



## ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

Ingeniería Industrial

Título del proyecto:

Optimización de la producción en una empresa de  
alimentación

Alumno: Pablo Garde Pellejero

Tutor: Javier Merino Díaz de Cerio

Pamplona, 17 de Febrero de 2012

## INDICE

1. INTRODUCCION.....	5
2. LA GESTIÓN LEAN.....	6
2.1 ¿EN QUÉ CONSISTE LA GESTIÓN LEAN?.....	6
2.2 LA ELIMINACION DEL DESPERDICIO .....	7
2.3 PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN LEAN .....	9
2.3.1 FILOSOFIA A LARGO PLAZO .....	9
2.3.2 EL PROCESO CORRECTO PRODUCIRÁ LOS RESULTADOS CORRECTOS .....	10
2.3.3 ADICION DE VALOR A LA ORGANIZACIÓN MEDIANTE EL DESARROLLO DE SU PERSONAL Y SUS SOCIOS.....	14
2.3.4 LA RESOLUCIÓN CONTINUA DE LOS PROBLEMAS FUNDAMENTALES IMPULSA EL APRENDIZAJE ORGANIZATIVO.....	15
3. LA EMPRESA .....	17
3.1 PRESENTACION DE MÜHLHÄUSER GmbH Y DEL GRUPO HELIOS.....	17
3.2 MÜHLHÄUSER COMO MIEMBRO DEL GRUPO HELIOS.....	21
3.3 HISTORIA DE LA EMPRESA .....	23
3.4 LINEA DE NEGOCIO.....	24
3.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	26
3.6 SITUACIÓN DE LA EMPRESA EN EL MERCADO ALEMÁN .....	27
4. PROCESO DE PRODUCCION EN MÜHLHÄUSER.....	28
4.1 EL TRABAJO EN LA PLANTA.....	28
4.2 LAYOUT Y RESUMEN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN .....	32
4.3 INGREDIENTES Y MATERIAL UTILIZADOS .....	34
4.4 PREPARACIÓN .....	35
4.5 COCINADO .....	37
4.5.1 VIDRIO .....	40
4.5.2 CUBOS.....	40
4.5.3 PORCIONES DE PLASTICO Y ALUMINIO.....	41
4.6 LLENADO .....	41
4.6.1 VIDRIO .....	42
4.6.2 CUBOS.....	47

4.6.3 PORCIONES DE PLASTICO.....	47
4.6.4 PORCIONES DE ALUMINIO.....	48
4.7 GESTIÓN DEL ALMACEN .....	49
4.8 VENTA Y DISTRIBUCION A CLIENTES.....	50
4.9 CONTROL PARA LA SEGURIDAD EN LA PRODUCCION.....	52
4.10 NORMAS DE CALIDAD Y CERTIFICADOS ACREDITATIVOS .....	55
4.11 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO .....	57
4.12 ELIMINACION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS .....	59
4.13 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS Y MEJORA DE LOS ACTUALES .....	62
4.14 PREPARACION DE LA MAQUINARIA PARA NUEVO PRODUCTO .....	63
 5. ELIMINACIÓN DEL DESPERDICIO Y BUSQUEDA DE LA MEJORA CONTINUA EN MÜHLHÄUSER .....	 64
5.1 LAYOUT DE LA EMPRESA .....	64
5.2 BUSCANDO EL FLUJO CONTINUO Y LA REDUCCIÓN DE TEMPOS DE ESPERA ENTRE PROCESOS.....	66
5.3 REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE ESPERA DE LOS PRODUCTOS .....	67
5.4 PROBLEMAS CON LA INFORMACIÓN ACTUAL DE PRODUCCIÓN.....	72
5.4.1 INTRODUCCIÓN.....	72
5.4.2 MODIFICACIÓN DE LAS HOJAS DE COCINADO .....	72
5.4.3 MODIFICACIÓN DE LOS FORMULARIOS DE REPARACIÓN .....	73
5.4.4 SUSTITUCIÓN DE RELOJES ANALÓGICOS POR RELOJES DIGITALES .....	79
5.5 MEJORAS EN LA LÍNEA DE VIDRIO .....	79
5.5.1 INEFICIENCIAS ORIGINADAS POR EL PLANTEAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN.....	86
5.5.1.1 Falta de compromiso entre las velocidades de cocinado-llenado (Ausencia de producto en la llenadora y sobreproceso en el cocinado) .....	86
5.5.1.2 Falta de compromiso entre las velocidades de llenado-etiquetado .....	99
5.5.1.3 Introducción de la paleta con vidrios vacíos en la línea.....	100
5.5.2 FALLOS EN EL PROCESO DEL PRODUCTO.....	100
5.5.2.1 Mal etiquetado en la nueva etiquetadora E70 .....	100
5.5.2.2 Vidrios volcados durante su transporte por la línea .....	104
5.5.2.3 Vidrios vacios en la línea .....	110
5.5.2.4 Packs mal codificados .....	112
5.5.2.5 Bandeja separadora no se recoge en la jaula.....	113
5.5.2.6 Packs girados tras la plastificadora .....	114

5.6 MEJORAS EN LA LINEA DE CUBOS.....	115
5.6.1 RETROCESO DE LA CINTA PARA LA ENTRADA DE LOS CUBOS.....	117
5.6.2 LLENADO SIMULTANEO DE 2 CUBOS .....	118
5.6.3 OPTIMIZACIÓN DEL RECORRIDO REALIZADO POR EL OPERARIO.....	119
6. CONCLUSIONES.....	120
7. BIBLIOGRAFÍA.....	124
8. ÍNDICE DE IMÁGENES .....	125



# 1. INTRODUCCION

El presente proyecto de fin de carrera es una aplicación práctica de la gestión Lean, de sus herramientas para la mejora de la producción y las técnicas de mejora continua que ésta defiende. En él se exponen, además de la explicación de que supone este tipo de gestión, las ventajas que tiene con respecto a la clásica producción en cadena y el porqué de su búsqueda de aplicación en la mayoría de las grandes empresas de producción.

El año pasado tuve la oportunidad de realizar prácticas en una empresa en un país de la Unión Europea gracias a la beca Erasmus Prácticas. Tenía un especial interés en obtener experiencia en el mercado laboral previo a finalizar mis estudios, además de mejorar un segundo idioma, que, bajo mi criterio, me permitiría mayores posibilidades a la hora de introducirme definitivamente en el mercado laboral.

Mi búsqueda y la ayuda proporcionada por el departamento de relaciones internacionales de la Universidad Pública de Navarra me llevaron a Mühlhäuser Konfitüren Manufaktur GmbH, una empresa de alimentación en Alemania. En dicha empresa me asignaron al departamento de gestión de la producción dónde pude conocer de cerca el proceso productivo en una empresa y analizarlo en profundidad.

Por mis estudios de Ingeniería Industrial y mi especialidad en la rama de organización industrial, dichas prácticas me supusieron una oportunidad para aplicar las diferentes teorías para la mejora de la producción aprendidas en los últimos años de carrera.

En éste documento se describe en qué consiste la gestión Lean y sus ventajas respecto a la tradicional producción en masa, cuyo origen reside en el Taylorismo (método desarrollado por Frederick Winslow Taylor) y que posteriormente fue aplicada y perfeccionada por Henry Ford.

Al ser el proyecto la aplicación y desarrollo de herramientas la metodología Lean a la producción en la empresa de alimentación Mühlhäuser se presentará en primer lugar a la empresa, posteriormente se hablará sobre su organización interna en el ámbito de la producción y para concluir el proyecto, está el tema principal de éste: la aplicación de herramientas para la mejora continua de la producción.

Antes de comenzar me gustaría recalcar que el desarrollo de este proyecto no hubiera sido posible sin ayuda: sin la ayuda de la Universidad Pública de Navarra, que gracias al departamento de Relaciones Internacionales tuve la oportunidad de realizar las prácticas en la empresa, sin la ayuda de mis compañeros en la empresa, que a pesar de mis dificultades iniciales en la integración por el poco dominio del idioma tuvieron paciencia e hicieron un esfuerzo en que pudiera desarrollar mi tareas sin recurrir al inglés, sin la ayuda de mis padres, que me han apoyado en todo momento y la de compañeros y profesores de la Universidad que me han permitido llegar a donde estoy ahora. A todos ellos, gracias.

## 2. LA GESTIÓN LEAN

### 2.1 ¿EN QUÉ CONSISTE LA GESTIÓN LEAN?

La búsqueda de la mejora en la producción es un proceso inherente a la producción. Siempre se ha buscado utilizar las mejores técnicas para lograr un producto de la mayor calidad posible. Sin embargo este proceso empezó a cobrar una mayor importancia con el origen de la producción en masa que tan bien le funcionó a Henry Ford. Un tipo de producción que perseguía el objetivo de buscar los beneficios de la producción en escala: una mayor producción reduce el coste unitario de los costes fijos y permite abaratar el producto, haciendo este más accesible al consumidor medio y logrando el beneficio del empresario gracias al elevado volumen de ventas. En este tipo de producción se busca la mayor automatización de los procesos, dividiendo el conjunto del proceso en pequeñas tareas repetitivas que permiten al trabajador realizar las tareas de forma automática a mayor velocidad que si tuviera que realizar tareas de diferente origen. Este proceso parece inmejorable desde el punto de vista de la producción: Tareas pequeñas de rápida aplicación y elevado volumen de producción. A pesar de ello, un nuevo método fue desarrollado recientemente, la gestión Lean, como se conoce gracias a James Womack y Daniel Jones y que está basado en el sistema de producción desarrolla por la marca japonesa Toyota.

Dicho método, desarrollado por Taiichi Ohno tras estudiar de cerca las técnicas de producción en masa estadounidenses, entiende la existencia de unos valores, cuyo seguimiento mejora el trabajo de los operarios, consigue que las tareas sean cada vez más sencillas y que los beneficios a largo plazo sean mayores. Este sistema está basado en herramientas y métodos de mejora de calidad, hechos famosos por Toyota en el mundo de la fabricación: just-in-time, kaizen, flujo pieza a pieza, jidoka, heijunka.... Métodos que persiguen la eliminación de desperdicio (cualquier proceso que no aporte valor al producto) y que se explicarán detalladamente más adelante.

A lo largo de este apartado se explicará este método, por qué conlleva una producción más eficiente con respecto a la simple producción en masa de Ford y por qué se está buscando su aplicación en gran parte de las grandes empresas.

Lo que comúnmente se conoce como procesos de mejora continua tiene su origen realmente en una filosofía de vida y trabajo, la metodología Lean, en el que uno de sus 2 pilares básicos se trata precisa de la mejora continua. El otro, tan importante, como el anterior, pero más ignorado, es el respeto a las personas. Es importante involucrar las mentes del personal de la empresa para que den apoyo y contribuyan con sus ideas a la organización de ésta. Estimular a la gente permitirá aprovechar su propia iniciativa y creatividad para experimentar y aprender.

El Lean Management, consistente de 14 principios, está dividido en 4 secciones:

- Filosofía a largo plazo.
- El proceso correcto producirá los resultados correctos.
- Para añadir valor a una organización, ésta debe desarrollar a su gente y sus colaboradores
- Resolver continuamente la causa raíz de los problemas permitirá tener una organización del aprendizaje

La producción lean se puede definir como un proceso de 5 pasos:

- Definir el valor del cliente
- Definir el flujo del valor
- Hacerlo fluir
- Tirarlo desde el cliente (política pull)
- Perseguir la excelencia

Esta forma de producir se podría resumir como la búsqueda de unos procesos más rápidos y flexibles, haciendo lo que los clientes quieren, cuando lo quieren, con la mejor calidad y a un coste competitivo.

El Just in Time (JIT) es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que permiten a una compañía producir y entregar productos en cantidades pequeñas, con tiempos de producción cortos para ajustarse a las necesidades específicas de los clientes. Permite ser reactivo en el día a día a la demanda del cliente. Considerándose como clientes a toda persona o etapa de una línea de producción, incluidos aquellos que forman parte de los procesos internos.

De esta forma resulta conveniente preguntarse cuál es el valor que se le está añadiendo al producto desde la perspectiva del cliente. De esta forma muchos procesos que a priori se consideran necesarios se ven como un desperdicio que se busca eliminar.

Uno de los puntos en los que se basó la producción lean, frente a la producción en masa tras la segunda guerra mundial, era que esta se focalizaba en la reducción de costes, centrándose en aprovechar al máximo la economía de escala y remplazando siempre que era posible trabajadores por automatismos si el coste lo justificaba. Toyota tuvo otro enfoque centrándose en la mejora de la calidad y la formación de sus proveedores, lo que le repercutió una mayor reducción en los costes que centrándose solo en los costes.

## **2.2 LA ELIMINACION DEL DESPERDICIO**

El operario realiza numerosas actividades durante su jornada laboral, sin embargo sólo un reducido número de éstas añaden valor al producto, que es lo único que importa al cliente. Sin embargo, esto no quiere decir que las actividades que no añaden valor sean

innecesarias, equiparse con el material adecuado para llevar a cabo la producción es necesario, sin embargo se trata de un proceso que no añade valor. Por ejemplo, atornillando un chasis de coche la acción que aporta valor al producto es la colocación de los tornillos en su correspondiente lugar y el atornillado, sin embargo resulta necesario alcanzar los tornillos, moverse alrededor del chasis para posicionar todos, desplazarse a buscar más tornillos porque estos se han acabado e incluso la posterior comprobación de que los tornillos han sido correctamente posicionados.

Se considera que existen 8 grandes desperdicios en la producción:

- Sobreproducción: En la producción de artículos para los que no hay pedido, se generan desperdicios tales como sobreutilizar recursos, almacenar el exceso de materiales y generar costes de transporte por exceso de inventario

- Tiempos muertos: Generados cuando se desaprovechan los operarios haciéndoles vigilar máquinas automáticas o dando vueltas esperando el siguiente paso del proceso, la siguiente herramienta, el siguiente proveedor, la siguiente pieza... o simplemente sin poder trabajar por falta de material, retrasos en el procesado de lotes, para de equipos y cuellos de botella.

- Transportes o movimientos innecesarios: Tiene lugar cuando se desplazan el producto en proceso en largos recorridos, lo que crea ineficiencias del transporte, movimientos de materiales, piezas, artículos acabados entre procesos...

- Procesamiento incorrecto o sobreprocesamiento: Ocurre como consecuencia de la realización de pasos innecesarios para procesar piezas. Cuando se procesa ineficientemente debido a herramientas defectuosas o al diseño de producto, lo que causa movimientos innecesarios y produce defectos. También se genera desperdicio cuando se producen productos de una calidad más elevada de la requerida

- Exceso de inventario: El exceso de materia prima, de piezas en proceso o de piezas acabadas que causan tiempos de proceso más largos, obsolescencias, daños en los artículos, en costes de transporte e inventario y retrasos. Además el exceso de inventario esconde otros problemas como producciones no equilibradas, retrasos en las entregas de los proveedores, defectos, paros en los equipos y largos tiempos de preparación de las máquinas

- Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento inútil de los operarios mientras trabajan, como mirar, alcanzar, apilar piezas, etc. O incluso caminar

- Defectos: La producción de piezas defectuosas o por retocar. Las reparaciones por trabajos, chatarra, sustituciones e inspecciones que signifiquen desperdicio por movimiento, tiempo y esfuerzo

- Creatividad de los empleados no utilizada: Se pierde tiempo, ideas, aptitudes, mejoras y se desperdician oportunidades de aprendizaje por no motivar o escuchar a los empleados

De todos estos desperdicios el considerado como más importante es la sobreproducción. El exceso de producción crea un stock que cubre todos los problemas y causa la mayoría del resto de desperdicios, desmotivando al empleado en la búsqueda de la mejora continua. ¿Por qué preocuparse por un optimizar la producción o un mantenimiento preventivo si cuando se produzcan paradas o haya problemas el montaje final no se ve afectado de una manera inmediata?

En la metodología lean el primer proceso que hay que llevar a cabo en la búsqueda de la reducción de desperdicio es cartografiar el mapa del flujo de valor siguiendo el camino del material a través del proceso.

La principal ventaja de estudiar el flujo de valor, permite separar del punto de vista tradicional en el que la mejora de procesos se basa en estudiar los procesos con valor añadido y mejorar su rendimiento. Una simple observación del flujo de valor permite darse cuenta de que en un proceso hay relativamente pocos pasos con valor añadido y apreciar las enormes oportunidades que supone reducir desperdicios eliminando o reduciendo las actividades sin valor añadido.

Aplicando estos principios a la producción existe un importante acercamiento al objetivo último de la producción lean: el flujo pieza a pieza.

## **2.3 PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN LEAN**

La filosofía de la gestión Lean está basada en 14 principios que se pueden dividir en 4 secciones en función de su naturaleza

### **2.3.1 FILOSOFIA A LARGO PLAZO**

Principio 1: Las decisiones de gestión deben perseguir el beneficio a largo plazo, a expensas de lo que suceda con los objetivos financieros a corto plazo

Las metas de la gestión Lean deben estar situadas en el largo plazo. No hay que dejar que los objetivos a corto plazo interfieran con el objetivo principal de la empresa, es preferible tener unos malos resultados a corto plazo si ello repercutirá en la consecución del objetivo principal. El trabajar buscando la calidad y la mejora continua requiere inversiones, y esto por lo general entra en confrontación con beneficios a corto plazo.

### **2.3.2 EL PROCESO CORRECTO PRODUCIRÁ LOS RESULTADOS CORRECTOS**

#### Principio 2: El flujo continuo consigue que los problemas salgan a la superficie

En el pensamiento de producción en masa el layout de la empresa está orientado al proceso agrupando grandes máquinas parecidas y perfiles de gente similar. Los beneficios de dicha organización son el aprovechamiento de la economía de escala (con menos maquinaria es posible llevar a cabo la mayor producción posible) y la mayor flexibilidad y facilidad de planificación en el departamento.

Las ventajas parecen obvias y es por ello que ha sido una forma de producción puntera durante tantos años y que aún se sigue aplicando asiduamente en numerosas empresas. Sin embargo tiene muchas desventajas. El lote debe ser del mayor tamaño posible para reducir los cambios a realizar en la maquinaria y evitar el tiempo sin producción. El producto orientado para un cliente no se encuentra en un solo departamento, si no que se mueve por diferentes departamentos, causando retrasos cada vez que cambie de departamento además de llevar implícito pérdida de tiempo por transporte. Y que si se detecta un fallo este se ha podido cometer igualmente en todas las piezas del lote, siendo necesario un reproceso o haciendo la pieza inservible

En la producción Lean se intenta que el tamaño del lote sea de una única pieza. De esta forma cada pieza se mueve más rápido a través de la planta. Esto tiene múltiples ventajas como tras la apreciación de un defecto en una fase de la producción es posible avisar a la fase precedente del error, además, como se eliminan los tiempos de espera de las piezas, el tiempo necesario para producir una pieza, desde que se indica la producción, es mucho menor, teniendo sólo el principal problema de una mayor inversión inicial para adquirir una mayor cantidad de maquinaria de tamaño más reducido

#### Principio 3: Los sistemas pull evitan producir en exceso

En el sistema tradicional de producción, la orden de producción viene del origen de ésta, produciendo según se considera que se va a necesitar o simplemente según un plan con el que se genera inventario. Este sistema es un error, puesto que genera exceso de inventario y tal y como se ha constatado anteriormente, se trata del principal desperdicio a eliminar. En la producción lean se produce según las necesidades de producción aguas abajo, es decir, se produce aquello que necesita el cliente cuando éste lo necesita.

Sin embargo el sistema Lean no es contraria al uso y creación de inventario. En numerosos casos existen interrupciones naturales de flujo desde la transformación de la materia prima hasta los productos terminados, y es necesario el emplear una cierta cantidad de inventario.

Una forma también buena de usar un sistema pull sin el riesgo de necesitar una pieza y no disponer de ella es el uso de almacenes controlados, de los que, cuando se extraen las piezas necesarias se crean ordenes de abastecimiento. De esta forma, aunque todavía tenemos inventario, eliminamos el problema de la sobreproducción. El proceso ideal sería reducir el tamaño de estos almacenes lo máximo posible de forma que se pudieran acabar eliminando. Existen numerosas formas de indicar la necesidad de una pieza. La metodología Lean insiste en el uso de señales Kanban, de gran utilidad en empresas grandes con áreas separadas. Significando cartel o señal en japonés, representa el envío hacia atrás de una señal representativa que indique el nivel de la necesidad. Normalmente se tratan de tarjetas con información sobre las necesidades, pero si estas se conocen el simple envío de un contenedor vacío, donde debería haber una cantidad determinada de un tipo de material puede ser suficiente. Esta medida resulta mucho más eficiente que la necesidad de llevar una cuenta detallada de los inventarios, que nos lleva a otro desperdicio, sobreprocesamiento.

El uso de sistema Kanban es de gran utilidad para usar también en aquellos puntos donde el flujo pieza a pieza no es práctico por las elevadas diferencias de tiempo de proceso. El Kanban es un sistema de organización de los inventarios y los inventarios son desperdicio

#### Principio 4: Nivelar la carga de trabajo (Heijunka)

Tener una carga de trabajo nivelada es necesario para poder aplicar los sistemas pull. El sistema Lean no implica necesariamente comenzar la producción en cuanto el cliente realiza el pedido, aunque parezca contradictorio, puede ser más eficiente esperar para comenzar la producción. Acumulando los pedidos y nivelando el programa es muy fácil reducir los tiempos de entrega. Esto puede ser mucho mejor que un enfoque de negocio bajo pedido en el que primero nos damos mucha prisa y luego bajamos el ritmo.

Las grandes ineficiencias existentes en la producción se dividen en 3 grupos que se conocen como las 3 M:

- Muda: Los grandes desperdicios arriba mencionados
- Muri: Sobrecarga de trabajo del personal o las máquinas, que pueden generar problemas de seguridad, calidad, lesiones o averías.
- Mura: Producción desnivelada. Una producción sin control puede generar momentos en los que parte del personal y la maquinaria estén sobrecargados o que no haya trabajo para estos, que acabe apartando a la empresa de la intención de llevar a cabo un comportamiento lean, salvando los picos de demanda con el exceso de material del inventario

Conseguir el heijunka es necesario para eliminar el mura, que a su vez es necesario para eliminar el muri y el muda.



Con el heijunka no se produce según el flujo real de los pedidos de clientes, sino que coge el volumen total de pedidos en un periodo dado y comienza la producción cuando se alcanza el volumen considerado o una fecha señalada.

#### Principio 5: Parar el proceso para resolver los problemas e incorporar la calidad (Jidoka)

En cualquier proceso productivo existen numerosos problemas que van surgiendo a lo largo del día. Estos problemas no deben tratarse únicamente al final del día, y menos aún ocultarse, si es posible, para que no molesten. Los problemas que no se tratan pueden repercutir en una elevada cantidad de productos acabados mal procesados y lo que en principio es un pequeño problema sin importancia que se tapa puede repercutir en una avería importante que traiga enormes quebraderos de cabeza a posteriori.

Parar la línea si existe algún problema puede ser una decisión delicada que al operario le cueste tomar. Puede que el fallo que ha visto no sea tan importante como él cree o que piense que sólo se trata de un caso aislado que no volverá a suceder.

Si se detiene la línea es posible encontrar el origen del fallo, conociendo cuál es el motivo de éste y buscar soluciones para que no vuelva a repetirse. La calidad en el puesto de trabajo es mucho más efectiva y menos costosa que inspeccionar y reparar los problemas de calidad después de su aparición

El principal problema que existe a la hora de parar la línea por parte de los empleados es que esa decisión, implicara la detención del resto de procesos de la línea. Para ello es recomendable la existencia de una mínima cantidad de producto entre un proceso y su predecesor, de forma que no se reducen considerablemente los riesgos de pérdidas de producción

Para facilitar la parada de la línea se idearon unas señales luminosas denominadas “Andon”, con las que es posible conocer en tiempo real la existencia de un problema en una zona de la línea. La activación del andon no implica la necesidad de la detención de la línea, una luz amarilla indica la existencia del problema para que el responsable acuda y si le es posible, solucionar el problema antes de que sea necesario. En caso contrario la luz se volvería roja e indicaría que la línea se ha detenido.

Buscar la calidad en la línea es posible gracias a la ayuda de herramientas como el Poka-Yoke, que consiste en una metodología de trabajo de forma que el proceso sólo se puede hacer de una única manera, evitando hacerlo mal y acelerando el trabajo del operario. La calidad se basa en el uso del flujo pieza a pieza y el sistema andon para que afloren los problemas. Una vez que el problema se ha presentado es necesario ir y verlo personalmente, analizar la situación y preguntarse 5 veces “por qué” para conseguir llegar al verdadero origen del problema.



### Principio 6: La estandarización de las tareas es fundamental para la mejora continua

La estandarización de procesos permite que las tareas sean repetitivas y eficientes de forma que el operario las pueda llevar a cabo de forma rápida y sencilla, incluso si es la primera vez que se enfrenta a un proceso nuevo.

La importancia de la estandarización de procesos no es únicamente la citada anteriormente. Con la estandarización se consigue la estabilización del proceso de forma que se torna posible aplicar en él mejoras continuas.

Sin embargo esta estandarización no se debe traducir en un conjunto de normas burocráticas que el empleado deba cumplir cual autómatas, ya que esto corre el enorme riesgo de traducirse en papeleo, enorme jerarquización, mala comunicación y resistencia al cambio. Si en lugar de ello se concede una mayor autonomía a los empleados y se ven las reglas como herramientas facilitadoras, no es necesario perder el tiempo en papeleo y el empleado con mayor autonomía es libre de introducir cambios en el proceso que puedan llegar a mejorar este.

La tarea crítica a la hora de estandarizar es precisamente esta: encontrar el equilibrio entre los rígidos procedimientos y la libertad para la innovación.

### Principio 7: El control visual para no ocultar los problemas

El orden y la limpieza de la planta permiten tener controlado en todo momento el lugar tanto de herramientas como de productos. Una fábrica en la que no se cuida el orden dificulta el trabajo diario y puede dar lugar a la desaparición de material que posteriormente es necesario adquirir nuevamente.

La forma con la que se consigue este orden y esta limpieza es con la aplicación del método conocido como las 5 s

- Seiri (Clasificación): Realizar una primera revisión de todas las piezas clasificándolas como necesarias o no, y posteriormente deshacerse de aquellas que no lo sean.
- Seiton (Orden) : Se puede resumir bien con la frase “un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio”
- Seiso (limpieza): La limpieza ayuda a la inspección que expone las anomalías
- Seiketsu (estandarización): El desarrollo de sistemas y procedimientos para mantener las anteriores 3 s
- Shitsuke (Sostenimiento): Mantenimiento del lugar de trabajo limpio y ordenado, no vale con realizar lo expuesto anteriormente y no volver a preocuparse por ello.

El control visual permite ver con un solo vistazo cómo debería hacerse el trabajo y si se desvía del estándar. Un ejemplo sencillo es el uso de tableros de herramientas con las marcas de las herramientas que deben ser colocadas ahí

#### Principio 8: Uso de tecnología fiable que dé servicio al personal y a los procesos

El uso de nuevas tecnologías puede llegar a facilitar enormemente las tareas rutinarias de una empresa. Sin embargo también existe la posibilidad de que una nueva tecnología implantada no repercuta necesariamente en la obtención de ventajas y beneficios para la empresa.

Las nuevas tecnologías deben ser añadidas al proceso a gran escala después de haber comprobado su correcto funcionamiento, y sobre todo sólo si añade valor al proceso de producción

### **2.3.3 ADICION DE VALOR A LA ORGANIZACIÓN MEDIANTE EL DESARROLLO DE SU PERSONAL Y SUS SOCIOS**

#### Principio 9: Los líderes deben comprender el trabajo, vivir la filosofía y enseñarla a otros

El papel natural del líder es el de tomar las decisiones correctas buscando enfocadas a los valores de la empresa. El líder natural de la empresa no debe ser una persona externa venida directamente para ocupar dicho puesto, sino una persona preparada y formada desde dentro que han demostrado ser capaces de observar las situaciones con detalle y profundidad y tomar decisiones lentamente, después de considerar las alternativas y sin llevar a cabo un cambio de cultura en la empresa.

Una empresa que hace crecer a sus líderes y define el papel último del liderazgo como “construir una organización que aprende” está poniendo los cimientos para un verdadero éxito a largo plazo.

#### Principio 10: Desarrollo de personas y equipos que sigan la filosofía de la empresa

Los líderes de equipo deben ser personas que estén de forma activa apoyando a los trabajadores de la línea de montaje y empleen gran parte del tiempo haciendo tareas de producción

Deben marcar la importancia del trabajo en equipo. Los equipos no hacen trabajo con valor añadido, lo hacen las personas. Los equipos coordinan, motivan y aprenden entre sí. Hasta que las personas y los equipos no comprenden realmente el modelo de gestión, no estarán en situación de ser autónomas.

### Principio 11: Respetar la red de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar

Una empresa con estándares de excelencia altos debe esperar que sus proveedores también los alcancen, ayudándole a alcanzarlos si es necesario. Es necesario buscar socios sólidos, con los que crecer juntos y beneficiarse mutuamente a largo plazo.

Es importante echar abajo las barreras entre funciones y así trabajar todos hacia un objetivo común. Al subcontratar un proveedor externo, éste trabajará para reducir costes en la red en la que se vea inmerso, pudiendo originar conflictos y falta de optimización con otros campos.

Antes de subcontratar un servicio es importante dominar internamente la técnica que éste necesita, no deben ser otras empresas las que pongan el esfuerzo para la reducción de costes. Sin embargo una empresa no puede reducir sus costes a menos que sus proveedores también lo hagan.

### **2.3.4 LA RESOLUCIÓN CONTINUA DE LOS PROBLEMAS FUNDAMENTALES IMPULSA EL APRENDIZAJE ORGANIZATIVO**

### Principio 12: Ir a ver uno mismo para comprender a fondo la situación (genchi genbutsu)

Es importante que una empresa promueva y espere pensamiento creativo de sus empleados, además de ser la innovación una obligación, pero debe estar apoyada en un profundo conocimiento de todos los aspectos de la situación real.

Los empleados relegados al trabajo de oficina, raramente tienen la oportunidad o la iniciativa de observar y conocer el proceso de producción de primera mano. Sin embargo es muy importante para estos empleados comprender bien el origen de todo proceso y todo fallo. Además el poder de observación profunda es altamente importante: pensar por uno mismo sobre lo que se está viendo, es decir, cuestionar, analizar y evaluar.

Esto es aplicable para todos los ámbitos de la empresa. En el ámbito de la producción conocer de cerca el proceso productivo permite una mejor resolución de los problemas y una mejor optimización de los procesos. Sin embargo, en otros campos, como en el desarrollo de proyectos también es importante, siendo altamente ventajoso el poder estudiar de cerca el mercado al que va orientado el producto, sintiendo las emociones y sentimientos que tiene el potencial cliente además de buscar así la mejor forma de cubrir sus necesidades.

### Principio 13: Tomar las decisiones por consenso lentamente, considerando todas las opciones e implementándolas rápidamente (nemawashi)

Cómo se llega a la decisión final es tan importante como la calidad de la decisión. Es obligatorio dedicar tiempo y esfuerzo para hacerlo bien, siendo perdonable una decisión que no funcione como estaba previsto, si se ha utilizado el proceso correcto.

A la hora de abordar un problema y buscar soluciones es necesario considerar una amplia gama de soluciones alternativas con un enfoque basado en conjuntos, es decir, estudiar las ventajas de la solución adoptada con respecto a las soluciones alternativas también estudiadas. La toma de decisiones entre varias personas dando su opinión origina diferentes puntos de vista y eso genera el consenso, provocando que la decisión ya esté tomada antes de la reunión final, haciendo que ésta sea una mera formalidad.

El hecho de tomar las decisiones lentamente no implica no preocuparse por la forma en que se presentan las ideas y las propuestas. Éstas deben presentarse con un eficiente enfoque visual, con el menor número de palabras posibles y con ayudas visuales

Principio 14: Conseguir ser una organización que aprende con la reflexión constante (hansei) y la mejora continua (kaizen)

Sostener un comportamiento organizativo requiere de un atributo esencial: la habilidad de aprender. El modelo Lean persigue que la empresa aprenda de sus errores, reflexionando, determinando la causa raíz de los problemas, proporcionando contramedidas efectivas, dando autonomía a las personas para que implementen esas medidas y teniendo un proceso para transferir el nuevo conocimiento a las personas adecuadas, haciéndoles partícipes del repertorio de conocimientos y conducta de la empresa.

La mejora continua (kaizen) sólo es posible después de un proceso estable y estandarizado. Cuando los procesos sean estables, entonces habrá una oportunidad de aprender continuamente de las mejoras

### 3. LA EMPRESA

#### 3.1 PRESENTACION DE MÜHLHÄUSER GmbH Y DEL GRUPO HELIOS

Mühlhäuser GmbH es una empresa alemana del sector de la alimentación y miembro del grupo español Helios. Esta especializada en la preparación y envasado de diversos tipos de confitura, crema de cacao y miel. Está situada en la ciudad alemana de Mönchengladbach, desde donde, mediante el uso de almacenes intermedios distribuye sus productos a los diversos estados federados alemanes.



*Imagen 3.1: Detalle del edificio de oficinas de Mönchengladbach*

Actualmente bajo el nombre de la marca Mühlhäuser se encuentran 2 empresas con una gran relación comercial y un mismo origen, pero que a efectos legales constan actualmente como 2 empresas diferentes:

- *Mühlhäuser Konfitüren Manufaktur GmbH*: Está situada en Mönchengladbach (Renania del Norte-Westfalia). El uso de estas instalaciones data de 2008 y tiene su origen en el cierre de las instalaciones originales de Tangermünde debido al enorme coste que suponía reformarlas, ya que habían quedado obsoletas. Actualmente es donde se encuentra la dirección principal, administración, departamento de venta y el de investigación y desarrollo. Con un equipo de en torno a 60 operarios fijos y 14 personas en las tareas de dirección y administración, la producción está basada

principalmente en la confitura y productos derivados de la fruta, aunque también envasan y distribuyen otros productos como miel y crema de cacao.

- *Mühlhäuser Pflaumenmus Manufaktur GmbH*: Se encuentra en Mühlhausen (Turingia). Con un equipo fijo de en torno a 20 operarios y 3 administrativos está centrado principalmente en la producción de crema de ciruela, buque insignia de la marca.

Mühlhäuser Konfitüren GmbH es una empresa que comercializa principalmente producto bajo su propia marca, sin embargo existen numerosas compañías dedicadas al sector de la alimentación que contratan sus servicios para la producción y el embotellado de sus productos en los diferentes formatos.

- Helios
- Granini
- Dr. Ötker
- Natreen
- Schneekoppe
- Lohrenz & Lihn
- Vogeley
- Obstland
- DNG Farmland
- Zentis
- Pletterbauer
- Bäko
- Dreyer
- Wela
- Küstengold





*Imagen 3.2: Logotipos de algunas de las principales compañías para las que produce Mühlhäuser*

En la empresa se prepara producto en 4 formatos diferentes: bote de vidrio (desde 225 hasta 500 gr), porciones de plástico (20-25 gr), cubos (2-12 Kg) y porciones de aluminio (20-25 gr), estas últimas exclusivamente para las marcas cliente ya que Mühlhäuser distribuye exclusivamente sus porciones en formato de plástico. La cantidad de productos elaborados es extremadamente elevada, llegando a disponer de una variedad tan elevada que hace que su principal problema en la producción sean los tiempos perdidos debido a la limpieza de la línea cuando se produce un cambio de producto. Los principales productos que se comercializan bajo la marca Mühlhäuser en las instalaciones son los siguientes:

**BOTES DE VIDRIO (225, 450, 500 mg)**

#### Confitura

Fresa  
 Frambuesa  
 Cereza  
 Guinda

Albaricoque  
Arándano  
Grosella  
Sauco  
Mora  
Manzana  
Multifruta  
Escaramujo (conocido vulgarmente como tapaculos)  
Frutos rojos  
Fruta amarilla

Crema de Ciruela

Mermelada  
Naranja

Jalea  
Membrillo  
Frambuesa  
Arándano

Crème de la crème (Producto untable sin trozos) (500 mg)  
Crema de Cacao  
Caramelo  
Fresa  
Frambuesa  
Arándano

## PORCIONES DE PLÁSTICO

Fresa  
Ciruela  
Albaricoque  
Melocotón-Maracuyá

## CUBOS

Crema de Ciruela  
Melocotón-Maracuyá  
Piña  
Albaricoque



Además de todos los productos anteriormente nombrados, existen otros que, a pesar de no producirlos para distribución propia, elabora para sus marcas cliente, ya sea en cualquiera de los cuatro formatos.

Kiwi  
Cacao  
Miel  
Frutas del bosque  
Sirope  
Fresa-Ruibarbo  
Crema de untar  
Higo

### 3.2 MÜHLHÄUSER COMO MIEMBRO DEL GRUPO HELIOS

Desde 2006 pertenece al grupo Helios, un gran grupo de alimentación español, que ha iniciado una estrategia de diversificación internacional con la implantación de instalaciones propias en el extranjero, así como con la compra de empresas de alimentación extranjeras. Es por ello que no es posible hacer un correcto análisis de la situación de la empresa omitiendo la situación propia del grupo



*Imagen 3.3: Logotipos de las principales empresas pertenecientes al grupo Helios*

Dulces y Conservas Helios, S.A. (empresa matriz del grupo) con sede social y planta principal en Valladolid se dedica principalmente a la fabricación de mermeladas, confituras, tomate, Ketchup, fruta confitada, membrillo....

Iberfruta-Muerza, S.A., cuya sede social se ubica en Azagra (Navarra), se dedica principalmente a la fabricación de semielaborados de fruta de primera transformación en envase aséptico, fruta congelada, fruta en almíbar y fruta confitada para clientes industriales. Cuenta con 4 centros productivos: Azagra, La Palma del Condado (Huelva), Kenitra

(Marruecos), Iscar-Filito (Valladolid). Además cuenta con 2 oficinas comerciales en Francia – Iberfruta Europe, S.R.L y Alemania - Mühlhäuser Konfitüren Manufaktur GmbH.

También cabe destacar la británica S.D. Parr & Co, que comercializa fruta confitada y otros productos en el Reino Unido

Factoría Bebe, en San Adrián (Navarra) tiene la fabricación de confituras y mermeladas como línea única de negocio

Por último queda destacar Mühlhäuser, con plantas en Mönchengladbach y Mühlhausen, ya descritas anteriormente.

El grupo Helios cuenta con las marcas Helios, Bebé, Eva, Mühlhäuser y Filito y con su plantilla de más de 600 personas la facturación total del grupo asciende a más de 130 millones de Euros

Resumen de las instalaciones del grupo Helios repartidas por los diferentes países de Europa:

#### ESPAÑA

- Dulces y Conservas Helios, S.A. (Empresa matriz del grupo - Valladolid)
- Iberfruta-Muerza, S.A.
- Iberfruta La Palma
- Factoría Bebe
- Conservas Filito, S.A.

#### ALEMANIA

- Mühlhäuser Konfitüren Manufaktur GmbH
- Mühlhäuser Pflaumenmus Manufaktur GmbH

#### FRANCIA

- Iberfruta Europe SRL

#### INGLATERRA

- S.D.Parr & Co, Ltd.

#### MARRUECOS

- Iberfruta Maroc SRL



*Imagen 3.4: Localización de las empresas del grupo*

### 3.3 HISTORIA DE LA EMPRESA

La empresa Mühlhäuser tiene su origen en la pequeña ciudad de Mühlhausen (estado federal de Turingia), donde en 1908 Luise y Herman Thämert empezaron a producir un producto bastante típico de dicha región: Pflaumenmus (crema de ciruela). Los éxitos derivados de dicha iniciativa llevo posteriormente a la ampliación de la empresa, tanto a nivel logístico como en el tipo de productos, instalando una nueva planta de producción en la ciudad alemana de Tangermünde (estado federal de Sajonia-Anhalt). En dichas nuevas instalaciones se comenzó la elaboración y envasado de nuevos productos de diferente tipo: confituras, mermelada, crema de cacao, miel e incluso diferentes tipos de salsa (Ketchup, mahonesa, barbacoa, tomate...)



*Imagen 3.5: Mühlhäuser en Alemania*

Desde 2006, debido a las dificultades económicas de los propietarios para afrontar la gestión de la empresa, se anunció el inminente cierre de la empresa y la venta de sus bienes de equipo. Fue en dicha fecha cuando la empresa española Helios, conocedora de la empresa y de su producto estrella en la región de Turingia, la crema de ciruela, decidió no solo comprar los bienes de equipo sino la propia empresa y darle un nuevo enfoque al grupo para ampliar su mercado e introducirse así en el mercado alemán.

Con dicha compra se da también un cambio de ubicación. En 2008 se produce el cierre de las instalaciones de Tangermünde, en estado obsoleto, y el correspondiente reparto de la maquinaria existente entre las diferentes empresas del grupo, llegando gran parte de éstas a las nuevas instalaciones de

Mönchengladbach, donde una nave preparada para el preparado y envasado de productos fluidos estaba en venta. El resto de bienes de equipo con valor se redistribuyó por las diferentes instalaciones del grupo, principalmente en España, en función del uso esperado de ellas. Los ingredientes y materiales no utilizados se almacenaron en Mönchengladbach a espera de poder ser usados en el futuro.

Es en ese momento en el que se produce también el principal cambio en la estructura de Mühlhäuser y donde finalmente, en 2009, pasan a ser 2 empresas diferentes, pero dependientes y con sede principal en Mönchengladbach. Las instalaciones de Mönchengladbach reciben el nombre de Mühlhäuser Konfitüren Manufaktur GmbH y las de Mühlhausen pasan a formar la empresa Mühlhäuser Pflaumenmus Manufaktur GmbH

Este cambio implica que la dirección y gestión de cada empresa se lleva a cabo de manera individual por cada una de éstas, aunque la dirección principal, administración, departamento de ventas y de calidad e investigación quedan relegadas íntegramente a la planta de Mönchengladbach, siendo esta a su vez único cliente de Mühlhäuser Pflaumenmus Manufaktur.

### 3.4 LINEA DE NEGOCIO

A lo largo de esta introducción (y en los siguientes apartados del trabajo) hago recurrentes referencias a la confitura, en vez de usar la palabra mermelada, que es por la que popularmente se conoce este producto. Eso es debido a que hay 3 productos que generalmente se engloban bajo el nombre de mermelada: la confitura, la jalea y la mermelada. Siendo la confitura el producto más comercializado de todos ellos.

Antes de analizar detalladamente los productos que realizan empezaré explicando las semejanzas y diferencias entre estos 3 conceptos tan comúnmente mezclados.

La principal semejanza que tienen es que los 3 productos se tratan de conserva de frutas o membrillo con miel o azúcar.

A partir de ahí sus diferencias son las siguientes:

Mermelada: Elaborada a partir de productos cítricos, principalmente naranja. La mermelada tiene entre 35 y 55° brix, trozos de fruta o del producto declarado en su etiqueta y sobre todo no puede contener agua añadida.

Confitura: Elaborado a partir de cualquier producto no cítrico (fresa, frambuesa, albaricoque, sauco...) Tiene al menos 55° brix, trozos de fruta o del producto declarado en la etiqueta y se le puede añadir agua durante su elaboración.

Jalea: Es una mezcla de agua con azúcar y la infusión o jugo del fruta o del producto indicado. Normalmente la composición es de 60% de azúcar, 35% de zumo y el 5% restante es agua

Una vez que estos conceptos están aclarados ya podemos centrar en dar una lista de los productos elaborados en Mühlhäuser. En una primera división se pueden considerar los productos elaborados a partir de fruta (la gran mayoría en la empresa) y aquellos que están elaborados a partir de otros productos:

### Elaborados a base fruta

Confituras. 3 tipos diferentes:

Confitura (Sin especificación): El contenido en fruta es mayor a 350g

Confitura Extra: Confitura con contenido de fruta mayor a 450g

Confitura baja en calorías: El contenido en fruta, al igual que en la confitura es mayor a 350 g, con la diferencia del uso de fructosa en lugar de glucosa y una menor adición de azúcar para reducir el número de calorías

Mermelada.

Jalea.

Crema de fruta (Crème de la Crème). Producto de reciente elaboración en la empresa, se trata de una crema de fruta con elevado contenido en fruta y cuyos trozos de éstas triturados muy finamente

### Otros productos

Los productos a los que se hace referencia en este apartado no se producen en las instalaciones de Mönchengladbach, únicamente se lleva a cabo el envasado en los recipientes que serán ofertados al cliente y su distribución

Miel:

Miel en estado liquido: La miel que conocemos popularmente en España. Llega en su estado final en tanques o depósitos enviada por diferentes proveedores, principalmente de empresas miembros del grupo, y aquí se trata para llenar las porciones que posteriormente se venderán al cliente.

Crema de Miel: Un concepto diferente de miel al que no estamos habituados en España, se le somete a un tratamiento ligeramente diferente por el que sufre una cristalización controlada y queda en un estado más cremoso.

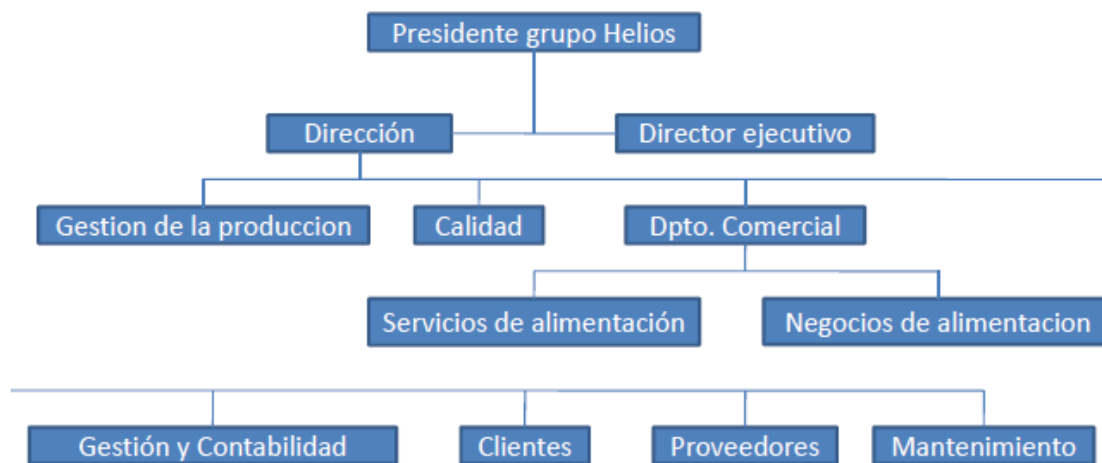
Crema de Cacao: Al igual que la miel, la crema de cacao llega en grandes bidones los cuales se calientan para aumentar la fluidez del producto y poder así introducirlo en las porciones y distribuirlos al cliente.

Crema de cacao y caramelo (Crème de la Crème): Estos productos, aunque se desarrollaron recientemente a pequeña escala en los laboratorios de Mönchengladbach se llevan a cabo totalmente en las instalaciones de Mühlhausen donde existe maquinaria capaz de su elaboración

### 3.5 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Como se ha comentado anteriormente Mühlhäuser se caracteriza por ser una empresa mediana de manufactura donde la mayor parte de su personal es mano de obra directa involucrada en el proceso de producción. Por las contrataciones temporales, en momentos en los que se espera un pico de demanda o por ausencia del personal fijo y no se dispone de suficientes operarios para hacer frente a la producción del día, es complicado determinar el número exacto de operarios involucrados en la producción, pero este número se estima en torno a 60

El personal perteneciente a la dirección y gestión de la empresa queda reducido a 24 miembros que quedan repartidos de la manera que se indica en el siguiente organigrama:



*Imagen 3.6: Organigrama de la empresa*

A pesar de no trabajar en la empresa el presidente del Grupo Helios es el último responsable de todas las decisiones y se siente muy involucrado en ellas realizando frecuentes visitas a las instalaciones para reunirse con el director ejecutivo, el director de la empresa y el director de Mühlhäuser Pflaumenmus Manufaktur y analizar la situación de ésta y las diferentes ideas de negocio.

La existencia de 3 directores en la empresa es debida a la compra de Mühlhäuser por parte de Helios. Tras dicha compra no se modificó la gestión de la empresa, aunque posteriormente debido al cambio de emplazamiento numerosos trabajadores no renovaron. Bertold Cremer, antiguo director de la empresa sigue al frente de Mühlhäuser, sin embargo la figura del director ejecutivo de la empresa Mühlhäuser surge tras el cambio de propietario. Klaus-Dieter Schumann, alemán afincado en España durante varios años y miembro del grupo Helios es quien propone la compra de la empresa, y es nombrado director ejecutivo de ésta, aunque queda encargado principalmente a las relaciones internacionales y decisiones estratégicas globales, no viéndose involucrado en las decisiones diarias de la empresa



### **3.6 SITUACIÓN DE LA EMPRESA EN EL MERCADO ALEMÁN**

La confitura es un producto muy consumido en Alemania. Entre 150 000 y 200 000 toneladas de confitura son consumidas cada año en el país según el diario “Badische-Zeitung”, diario local de la ciudad de Friburgo de Brisgovia en el estado federal de Baden-Wuttemberg, en un artículo publicado el 26 de julio de 2011. Estas cifras se traducen en un consumo individual de entre 1,8 y 2,4 Kg de confitura cada año.

Mühlhäuser es empresa líder en Alemania en la venta de confitura baja en calorías y crema de ciruela y 3º en el mercado de confituras del país (con un 6% de cuota de mercado), por detrás de Zentis y Schwartau (líder del sector con un 20%)

La facturación de productos Mühlhäuser en el año 2010 fue de 30 millones de euros, a lo que habría que añadir la facturación derivada de otros productos que también produce para otras marcas. En comparación con la producción del año precedente (2009) estas cifras suponen un incremento del 22% en la facturación de la marca.

En Mühlhäuser se distinguen 2 tipos de consumidores: El pequeño consumidor y empresas del sector servicios:

- La producción de la empresa está orientada principalmente al pequeño consumidor, al que va destinado el 75% de su producción. Los productos se distribuyen en un inicio a supermercados y negocios de alimentación, dónde este consumidor posteriormente los podrá adquirir. También dan la posibilidad de realizar compra directa a través de su página Web.
- El 25% restante está orientado a empresa del sector servicios que ofrecen entre sus función servicio de comida a sus clientes o usuarios: Hostelería, cafeterías, hoteles, hospitales, comedores de empresas...

## 4. PROCESO DE PRODUCCION EN MÜHLHÄUSER

### 4.1 EL TRABAJO EN LA PLANTA

Como se ha comentado anteriormente Mühlhäuser Konfitüren Manufaktur GmbH es una empresa manufacturera, por lo que la principal actividad es la producción. Para ello dispone de una nave de poco menos de 6000 metros cuadrados en la que además de la zona de producción y almacén también dispone de cafetería para los operarios, una sala para fumar (al ser una empresa de alimentación tienen prohibido hacerlo en los terrenos de la empresa), los laboratorios de calidad e investigación y el taller.



*Imagen 4.1: Vista aérea de la planta de Mönchengladbach*

El proceso de producción en la empresa consta de 3 actividades principales, sucesivas, y que comienzan con un desfase de 45 minutos una respecto de la otra por este motivo: Preparación del producto para su cocinado (que comienza a las 4:30 de la mañana), cocinado y el llenado y empaquetado. Estos procesos se producen de forma simultánea para los 4 tipos de productos ofertados por la empresa: Botes de vidrio, cubos, porciones de plástico y porciones de aluminio.



Cada proceso tiene sus propios operarios definidos y salvo necesidad debido a falta de personal o pico de demanda en la producción, estos se mantienen constantes y no cambian de puesto.

La producción comienza a las 4:30 con la preparación del producto, posteriormente el cocinado comienza a las 5:15 y finalmente comienza el llenado y empaquetado a las 6 de mañana, terminando este último a las 14:30 y debiendo quedarse los operarios a limpiar hasta las 3 de la tarde. A lo largo del día existe un único descanso común a todos los operarios teniendo todos ellos un único descanso de media hora a las 9:15. Se observa que los operarios trabajan en turnos de 9 horas al día en vez de las 8 estipuladas para llegar a las 40 horas semanales, eso es debido a que por una política de ahorro de energía se propuso a los operarios trabajar una hora más al día y así disponer de un día libre cada 2 semanas. De esta forma cada 2 semanas tienen un viernes festivo.

El turno de mañana no es el único presente en la empresa, ocasionalmente se da también turno de tarde para cubrir las demandas principalmente de porciones de plástico, llegando a trabajar a 3 turnos si la producción exigida no ha podido ser alcanzada. El motivo de que se utilice turnos no previstos para este producto es que al ser un envase tan pequeño la velocidad de llenado es muy baja, y si a esto le añadimos la elevada demanda de este producto y las frecuentes averías producidas a lo largo del último año en la máquina debido a su complejidad y al elevado coste de su reparación y modificaciones, nos encontramos ante la imposibilidad de cumplir las exigencias de los clientes trabajando un único turno.

Durante los meses de verano también es frecuente el trabajo en las líneas de vidrio y porciones de plástico y vidrio debido a la fuerte demanda de esta época.

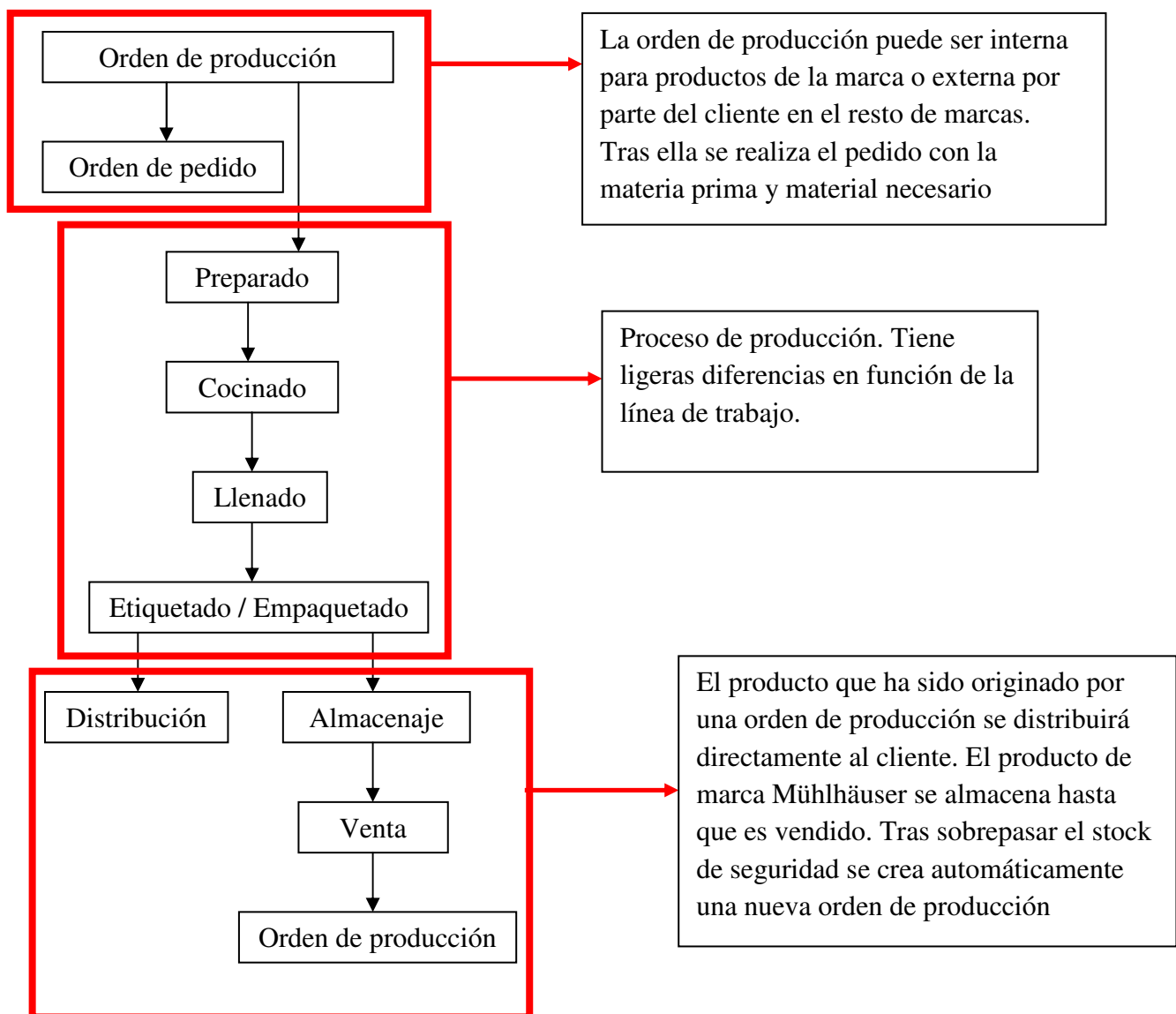


Imagen 4.2: Diagrama de los procesos en los que se ve sometido el producto

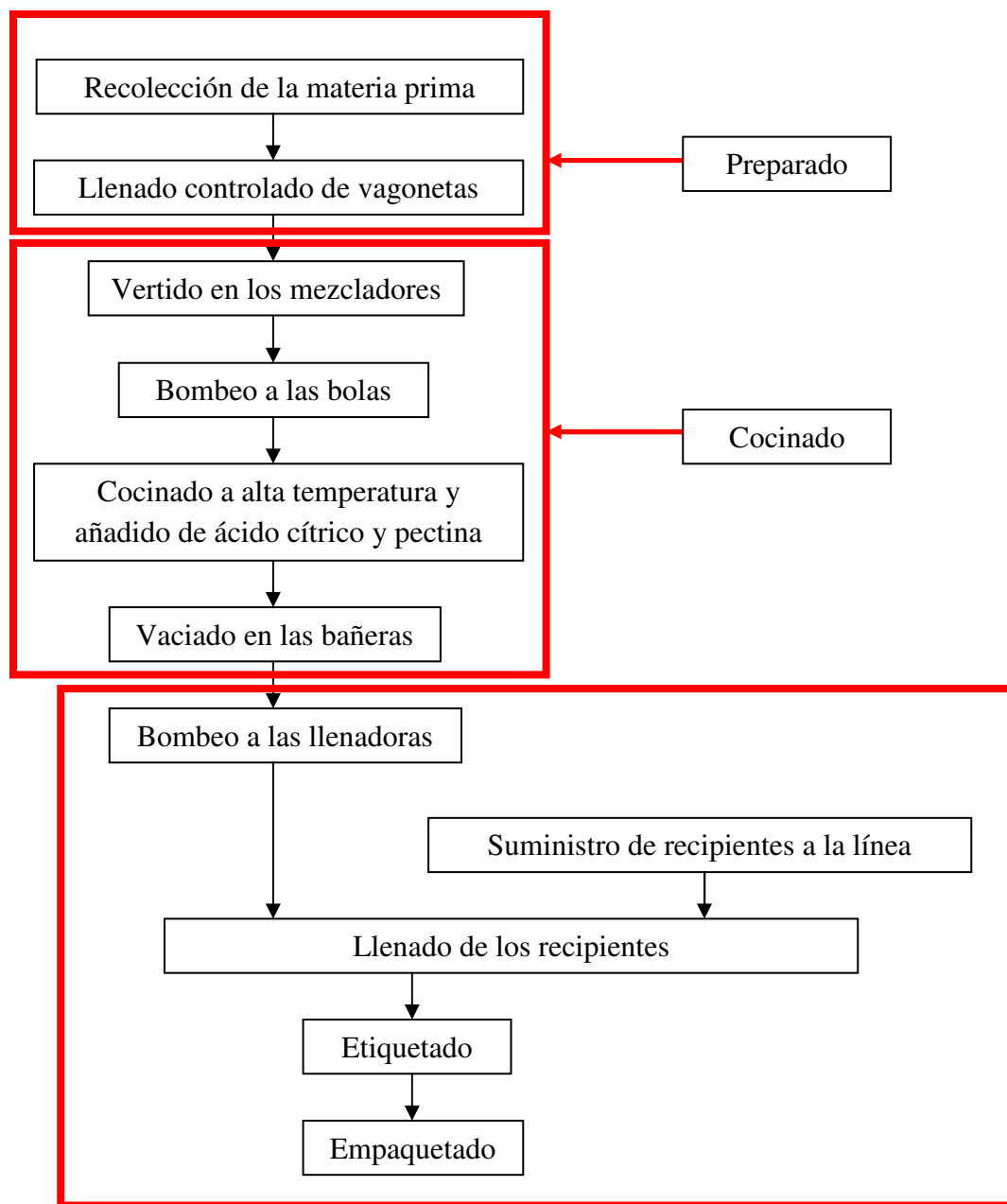


Imagen 4.3: Diagrama del proceso de producción

## 4.2 LAYOUT Y RESUMEN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

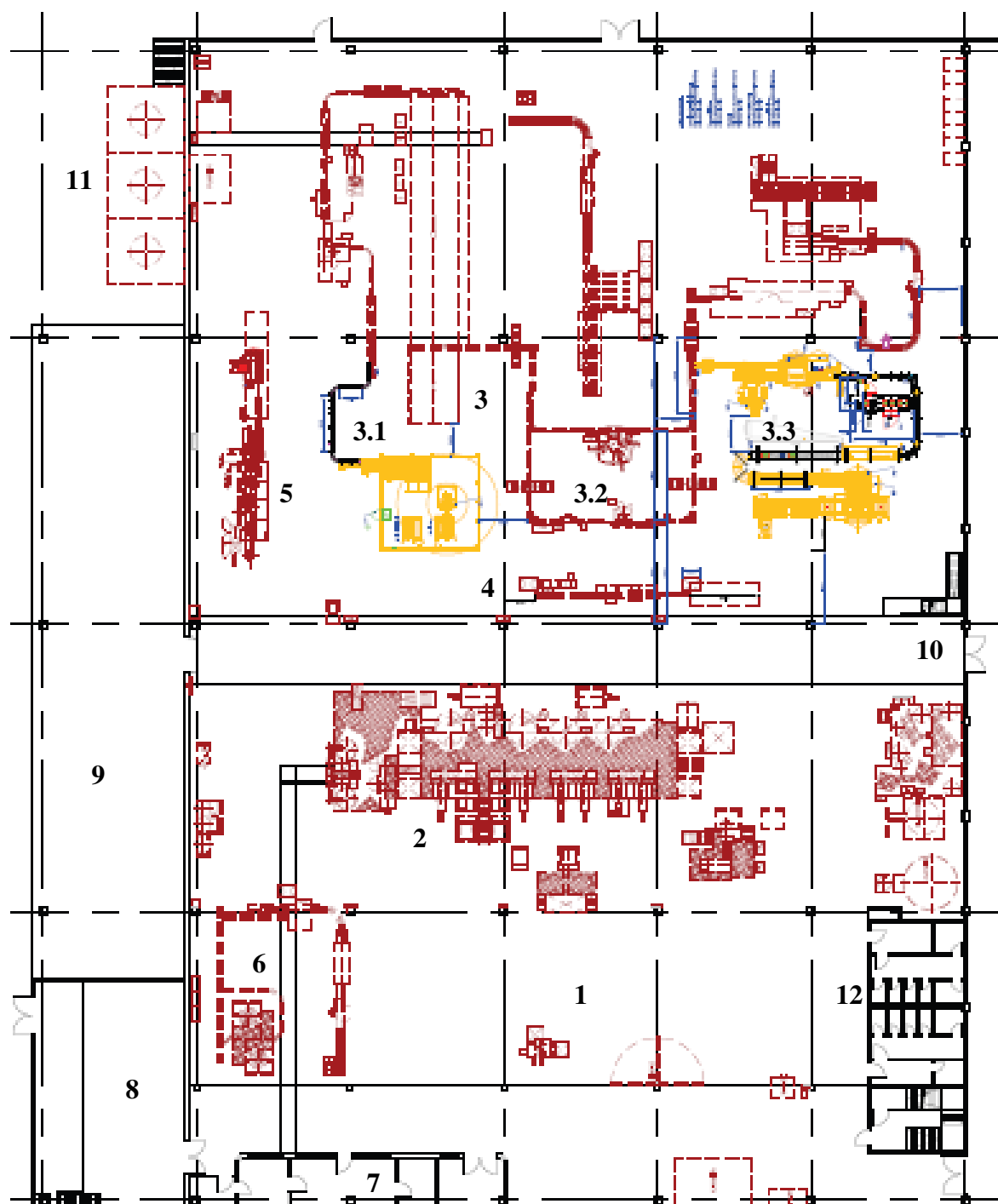


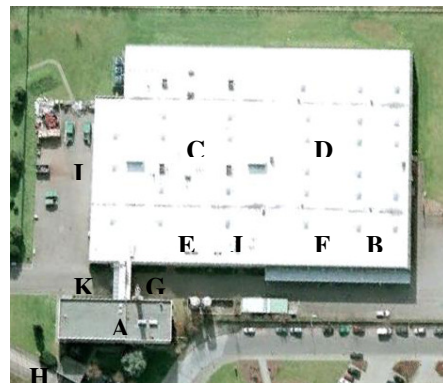
Imagen 4.4: Plano de la nave de producción

## Zonas presentes en el área de producción

- 1 – Preparado de producción
- 2 – Cocinado
- 3 – Línea de vidrio
  - 3.1 – Llenado
  - 3.2 – Etiquetado
  - 3.3 – Empaquetado
- 4 – Línea de cubos
- 5 – Línea de porciones de plástico
- 6 – Línea de porciones de aluminio
- 7 – Laboratorio de calidad
- 8 – Taller
- 9 – Almacenaje de vidrios vacíos
- 10 – Acceso principal a almacén
- 11 – Condensadores
- 12 – Servicios

## Diferentes zonas en la empresa

- A – Oficinas
- B – Oficinas de gestión de clientes y proveedores
- C – Planta de producción
- D – Almacén
- E – Laboratorio de investigación
- F – Recepción y entrega de producto
- G – Calderas
- H – Recepción
- I – Depósito de residuos
- J – Comedor
- K – Vestuarios



*Imagen 4.5: Situación de las diferentes zonas de la empresa*

La planta de producción tiene un layout complicado de definir. En vistas generales se trata de un layout orientado al proceso, en el que se distingue claramente la zona de preparación, la zona de cocinado y posteriormente las zonas de envasado y empaquetado. Sin embargo en la zona más compleja y delicada (envasado y empaquetado) se da un layout orientado al producto, principalmente por el hecho de que las máquinas utilizadas en las diferentes áreas son claramente diferentes y sin posibilidad de intercambiabilidad y agrupar las máquinas basado en su función no es una opción viable.

## 4.3 INGREDIENTES Y MATERIAL UTILIZADOS

En los siguientes apartados se van a utilizar continuas referencias a productos en los que en muchos casos es fácil asociar a su función, pero que en otras ocasiones resulta complicado intuir para un lector no introducido en la materia. Es por ello que resulta conveniente, previo a la explicación de los procesos existentes en la producción, aclarar la principal materia que se utiliza y el objetivo de dicho uso.

La lista de materia prima necesaria para la elaboración de los productos se puede resumir en la siguiente:

- Fruta congelada y/o concentrado de fruta: La fruta usada para la elaboración de los diferentes productos llega en estos 2 formatos en función del sabor, textura y calidad deseada.
- Azúcar
- Glucosa / Fructosa: La fructosa se trata de un edulcorante con bajo contenido en azúcar destinado a los productos dietéticos en donde el nivel de azúcares usado será mucho menor
- Ácido cítrico: Usado para controlar el pH de los productos
- Pectina: Polisacáridos de origen vegetal usados para gelificar el producto y obtener la textura deseada.

Puesto que la materia prima se mantiene en gran medida constantes para las 4 líneas de producción el preparado y cocinado tiene un elevado número de puntos comunes para todas las líneas de producción. Sin embargo cada línea tiene sus características particulares, por lo que en los siguientes apartados se explicarán de forma general el proceso de preparado, cocinado y llenado con los puntos comunes de todas ellas y posteriormente en el análisis de cada línea se desarrollara sus peculiaridades

Los principales elementos que se utilizan durante el proceso de producción son los siguientes:

- Vagonetas: Con capacidad para 1000 y 1500 litros, son el lugar donde se vacía la fruta y el concentrado de fruta procedente de los proveedores, controlando la cantidad al estar colocadas sobre unas básculas, para comenzar el tratamiento de la fruta y la mezcla con el resto de ingredientes. Existen 2 tipos de vagonetas:

Vagonetas cúbicas: Con forma de cubo, están preparadas para la línea de vidrio. Ascenden por medio de unos raíles hasta el mezclador, donde se vuelcan para vaciar el contenido.

Vagonetas cónicas: Se trata de un depósito con forma de cono asentada sobre un carro. Una vez llena se coloca sobre el mezclador con ayuda de un puente grúa y se abre la compuerta inferior para vaciar el contenido sobre éste.

- Mezcladores: Depósitos con unas palas en continuo movimiento giratorio en su inferior y calentados selectivamente tras la adición de la fruta para calentar la fruta y mezclarla rápidamente con el azúcar y la glucosa, o simplemente para

calentar la fruta para posteriormente volver a tratarla y conseguir un tamaño de trozo de fruta más reducido. Existe un mezclador comunicado mediante una bomba a cada bola para las líneas de porciones de plástico, porciones de aluminio y vidrio (la línea de cubo no tiene mezcladores asociados a ella). Además también existen 2 mezcladores utilizados por igual tanto para la fruta que se procesara en la línea de cubo como para aquella que será tratada para la obtención de trozo de fruta más reducido.

- Bolas: Son los depósitos dónde se produce propiamente el cocinado del producto. Se añade primero la mezcla de fruta, azúcar y glucosa (o fructosa) y se lleva a cabo un vacío durante el cual se calienta el producto a alta temperatura. Posteriormente se le introducirá la pectina y el ácido cítrico manualmente.
- Bañeras: Una vez que el producto está listo se vacía la bola y se mantiene éste en unos depósitos con el doble de capacidad que las bolas (las bañeras) mientras el producto se bombea desde ésta a la llenadora.

## 4.4 PREPARACIÓN

El proceso de preparación comienza a las 4:30 de la mañana, donde entre 2 y 5 operarios se encargan de recoger la fruta y el concentrado del almacén y la cámara frigorífica para tratarlos y mezclarlos de forma que estén listos para su posterior tratamiento a alta temperatura.

El ingrediente principal de las confituras y mermeladas son lógicamente la fruta, que en función de las especificaciones de la receta llegan de dos formas diferentes:

- Congeladas en una caja de cartón
- En barriles metálicos en estado líquido en forma de concentrado de fruta

En ambos casos siempre separadas de las paredes del recipiente por bolsas plásticas de forma que no existe contaminación del producto ni adherencia a las paredes de forma que se puede aprovechar el producto en su totalidad

La fruta llega en un estado u otro en función de las características del producto final y de lo que se estime en el departamento de calidad que es mejor para el mantenimiento del producto y de la obtención del sabor deseado. Dichos productos no son excluyentes y hay productos en los que se utiliza una mezcla de frutas en ambos formatos

### Fruta congelada

En función del estado en el que se recibe la fruta y de las especificaciones del producto objetivo esta pasará por diferentes tratamientos. La principal especificación que determinara los tratamientos por los que pasara la fruta es el tamaño de trozo máximo permitido para el producto. En ocasiones será una característica diferenciadora, pero en otras será una limitación del propio producto (es comprensible que no resulta muy intuitivo comercializar porciones de confitura de 20 gramos con piezas enteras de cereza o frambuesa)

La fruta que llega en estado congelado pasa siempre por una trituradora en la que se regula el tamaño de grano deseado y con la que se trocea el bloque congelado. Su adición directa en el mezclador además de ralentizar el proceso lo dañaría. La fruta troceada es liberada en unas carretillas colocadas sobre una balanza, que determina cuando se debe parar de añadir fruta, y las cuales se llevaran al puente grúa que las liberaran sobre el mezclador. La elección del mezclador dependerá de la línea en la que se vaya a utilizar dicho producto y de si el tamaño de fruta debe ser especialmente fino. Sin embargo existen excepciones, como es el caso de la crema de ciruela, que debido a su espesa textura no se puede bombear correctamente del mezclador a la bola y se vacía del mezclador directamente aquí para introducirlo en la bola por su apertura superior.

Cada línea tiene su propio mezclador asociado (a excepción de la línea de cubos, que hará siempre uso del mezclador general), donde se liberara la fruta antes de pasar a las bolas.

- En caso de que éste tamaño de grano deba ser especialmente fino la fruta pasa previamente por un primer mezclador general donde después de ser calentado a 30°C se bombea a través de un tamiz de forma que los trozos que sean muy grandes reduzcan tamaño o no atraviesen el tamiz. Posteriormente se añadirá azúcar a la fruta y se vaciará sobre el mezclador de su línea, a excepción de la línea de cubos, en la que se vaciará directamente sobre la bola
- Si el tamaño de grano no debe ser especialmente fino, la fruta troceada se vacía directamente sobre el mezclador asociado a su línea después de añadir el azúcar, desde donde, después de mezclado, es bombeada a la bola donde se cocina.

### Concentrado de fruta

El barril de concentrado no necesita ningún tratamiento especial. Éste se vacía directamente sobre la vagoneta encima de la balanza, para controlar la cantidad de fruta utilizada y posteriormente se llevara directamente al mezclador asociado a la línea mezclado con azúcar.



*Imagen 4.6: Barril con concentrado de fruta y vagoneta sobre la balanza*



### Proceso final común

Antes de comenzar el proceso de cocinado se descarga azúcar en las carretillas con fruta y se van apilando de forma que cuando lleguen los operarios de cocinado puedan comenzar a trabajar y no tendrán que esperar para que les preparen más producto cuando ya han cocinado las carretillas que tenían preparadas

Una vez que las vagonetas han sido vaciadas se dejan en la zona de limpieza, separada por unos paneles del resto de zona de preparado y se limpian para su posterior uso cuando el operario de preparado haya terminado de preparar el producto o no queden mas vagonetas para continuar su labor

## **4.5 COCINADO**

Los operarios de cocinado (entre 2 y 5; 1 por línea necesaria, más otro en caso de que sea necesario usar las 2 bolas en la línea de vidrio) empiezan el turno a las 5:15, momento en el que hacen una limpieza rápida de la línea, llenando la bola de agua y lanzándola a la línea de forma que aseguran la nula contaminación del producto con cualquier resto que pueda haber sobrado del día anterior o haber entrado desde el ultimo llenado.

Con las vagonetas ya listas con la fruta y el azúcar se puede empezar a preparar el producto. Los elevadores o puentes grúa acercan las vagonetas a la entrada del mezclador y ahí se libera el producto. Para el aprovechamiento total del producto se hace uso de mangueras que con agua a presión introducen el producto en el mezclador.

En el mezclador se añade la glucosa o la fructosa. La fructosa está almacenada en un silo exterior comunicado con otro silo interior desde el cual mediante un sistema de bombeo se introduce en cada mezclador. El principal problema de dicho sistema es que únicamente se puede utilizar en un mezclador a la vez, de forma que las esperas para el uso de glucosa son frecuentes. La forma en que los operarios solucionan dicho problema es hablando entre ellos y viendo que línea requiere con mayor prioridad que ésta esté mezclada con la fruta, bien porque el proceso de cocinado es más lento o porque la línea requiere con mayor necesidad que el producto esté listo. El sistema de aprovisionamiento de la fructosa es similar al de la glucosa, sólo que en este casos consta de 2 silos exteriores, donde se almacena la fructosa, que están comunicados directamente desde el exterior mediante un sistema de tuberías a la zona de cocinado.

El mezclador se mantiene a una temperatura media de 15 °C, pero tras la introducción de nuevo producto se eleva durante 5 minutos a 30°C para favorecer la mezcla y asegurar el total estado líquido de la mezcla antes de pasar a la bola.

Durante el paso del producto a la bola el operario toma una muestra del producto para mirar el contenido de agua del producto y así hacer una primera estimación del tiempo que

necesitara el producto para estar listo. En la bola se producen 2 procesos principales: el proceso de vacío y el de pasteurización.



*Imagen 4.7: Imagen interior de la bola. Las barras interiores giran favoreciendo la homogeneidad del producto y de la temperatura*

En el proceso de vacío la bola se calienta normalmente a 55 °C mientras se mantiene una presión de en torno a 0,9 bares. Durante dicho proceso se busca la rápida evaporación del exceso de agua, evitando la oxidación y pérdida de las vitaminas. El tiempo de este proceso dependerá del tipo de producto (la cantidad de azúcar que tiene el producto, la medida seca deseada...). Este tiempo lo miden en tactos, que corresponden a 1 minuto, y por lo general en cada tacto se evaporan 10 litros de agua.

Terminado dicho proceso se iguala la presión de la bola a la atmosférica y se abre para introducir en primer lugar la pectina mezclada con agua y posteriormente el ácido cítrico directamente por una compuerta superior en forma de polvo mientras la bola se mantiene a 100°C durante 10 minutos en el caso de la crema de ciruela y entre 90 y 100°C durante 4-6 minutos en el resto de productos para llevar a cabo la pasteurización.

La acidez de la fruta no es un valor fácilmente controlable y es uno de las principales dificultades que tienen para estandarizar totalmente el proceso de cocinado. Los operarios siempre utilizan menos cantidad de ácido cítrico que la indicada en la receta, de forma que si el pH sale muy alto, una mayor adición de ácido sería suficiente para obtener el nivel de pH correcto en lugar de las complicaciones y retrasos que traería un exceso de ácido en el producto.

Con todos los componentes introducidos y perfectamente mezclados se analiza el producto para ver si cumple los requisitos exigidos por calidad de acidez, nivel seco y viscosidad:

-Acidez: Extraen una cierta cantidad de producto equivalente a 200 ml y lo introducen en vaso de precipitados. Dejan el vaso unos pocos segundos en una corriente de agua helada, para que se enfríe y la medida sea fiable, e introducen un pHímetro en el vaso. Si el pH es mayor del indicado se añadirá mas ácido cítrico para reducir el pH, si este es menor del indicado se comunicará el problema al departamento de calidad que tomara las medidas adecuadas (en este caso normalmente añadir una pequeña cantidad de nitrato a la mezcla) o se compensara con el producto de la segunda bola a preparar, dejándolo con un pH ligeramente superior

Tras la muestra de acidez se anota cuanto ácido cítrico ha sido utilizado para esa cantidad y se utilizara la misma cantidad de ácido para el resto de la producción del día

-Nivel seco (o cantidad de azúcar del producto): Con una cucharilla introducen una pequeña cantidad de producto en el sensor de nivel seco que indicará el porcentaje en masa de azúcar del producto (grados brix) Esta medida es extremadamente variable en función de la cantidad de agua que ha sido necesaria en los procesos anteriores para el máximo aprovechamiento de la fruta. Un valor mayor del indicado significa una menor cantidad de agua de la deseada, el operario añadirá más agua de forma controlada para disminuir la medida brix en el porcentaje deseado, si por el contrario el valor es menor, se mantendrá la mezcla en la bola a alta temperatura para conseguir evaporar la cantidad sobrante de agua

-Viscosidad: Una pequeña cantidad del producto se deposita en una bandeja del tamaño de un sobre y se introduce un par de minutos en una nevera a 5°C para comprobar el estado en el que se encontraría el producto a temperatura ambiente. El operario analizará la fluidez de la muestra y en el caso de que no la considere adecuada, es decir que no vea el producto con una densidad y viscosidad adecuada, la llevara al laboratorio de calidad, donde el responsable estudiara el posible motivo e indicara las medidas a tomar.

El principal problema del uso de la pectina es su inestabilidad. Puesto que se trata de un compuesto utilizado para “gelificar” el producto, si éste se mantiene mucho tiempo en la bañera, donde no existe temperatura controlada la pectina podría empezar a hacer efecto, lo que no permitiría el correcto llenado de los recipientes.

Si existe alguna avería en la línea y el proceso se detiene, o el proceso de llenado es mucho más lento que el de cocinado, se mantiene el producto sin pectina o si ya se ha añadido se mantiene en las bolas a temperatura elevada hasta que no haya riesgo de que el producto se pueda estropear. Si se considera que el producto ha estado durante un largo periodo de tiempo en la bañera se vuelve a analizar para comprobar que sigue en condiciones adecuadas de producción. Si existen problemas derivados del exceso de gelificación se toman las medidas adecuadas para poder utilizar el producto, que suele consistir en añadir una cantidad a determinar de pectina disuelta en agua

La seguridad de que el producto que se llena está en condiciones de consumo y no tiene ningún contaminante perjudicial para la salud es importante y es por ello que se controla el principal riesgo que desde la preparación hasta el llenado: la contaminación por virutas de

metal. En el proceso de paso de producto de la bola a la bañera existe un detector de metales que detecta las pequeñas cantidades de metal que hayan podido caer al producto. Si se detecta la presencia de material metálico una válvula cierra el acceso a la bañera y lo abre a un pequeño cubo colocado en el lateral donde la cantidad de producto contaminado se vaciará. En el final del proceso se utilizan diferentes técnicas para forzar al producto restante llegar al embotellador sin problemas y sin afectar a la calidad del producto. En función del proceso de llenado y de la distancia de la bañera al embotellador y el recorrido de la tubería se empujará el producto mediante una corriente de aire o agua, ayudada, o no, mediante un topo o una bola. Estas técnicas son necesarias ya que, debido a la escasez de producto en la bañera, el bombeo no es correcto y ocasiona problemas que se traducen principalmente en la generación de espuma en el recipiente, haciéndole inservible.

A continuación se explicarán las peculiaridades del cocinado en cada línea, aclarando las técnicas arriba mencionadas utilizadas y los motivos de esta elección en cada proceso.

#### **4.5.1 VIDRIO**

La línea de vidrio consta de 2 bolas de 1,5 Tn y una bañera de unas 3,5 Tn de capacidad y es la mejor optimizada ya que es la principal producción de la empresa. Como se ha comentado anteriormente, las vagonetas son diferentes al resto de líneas y suben por unos raíles, al final de los cuales vuelcan el producto al mezclador. En el mezclador el producto se bombea a la bola y en la parte superior de esta se prepara la mezcla de pectina y agua que por una tubería se descarga en la bola. Finalmente el producto se deja caer por gravedad de la bola a la bañera.

En este caso el tamaño de grano depende únicamente del tipo de producto que se quiera elaborar ya que la línea está preparada para trabajar con cualquier tamaño de trozo que se desee.

Para ciertos productos como la crema de ciruela el producto se vacía desde los mezcladores generales a una carretilla y se añade directamente a la bola por un puente grúa por su elevada viscosidad.

En el caso de la línea de vidrio el sistema empleado para aprovechar la cantidad final del producto es un elemento de gomaespuma con forma de torpedo o topo impulsado por agua, debido a la enorme distancia existente entre la bañera y la llenadora.

#### **4.5.2 CUBOS**

El cocinado de la línea de cubos es la más diferente. El producto del mezclador no puede ser bombeado a la bola ya que no existen mezcladores asociados a la línea, de modo que se descarga desde los mezcladores generales de nuevo a una carretilla que será elevada posteriormente por otro puente grúa y vaciada directamente a la bola a través de su

compuerta inferior. Mientras que el ácido se introduce de la misma forma que en el resto de líneas, la pectina tiene un proceso de preparación menos eficaz. La pectina se mezcla con el agua a varios metros de la bola y se descarga en una vagoneta que volverá a ser transportada por el puente grúa hasta el orificio de entrada de la bola donde se descargará.

El producto en este caso siempre se tritura muy fino. Los cubos se venden principalmente a servicios de alimentación que ofrecen el producto en raciones menores en las que es deseable que la mezcla sea uniforme.

En la bañera el aprovechamiento de las cantidades finales del producto, se lleva a cabo por una bola de gomaespuma impulsada por aire. La corta distancia entre la bañera y el embotellador permite el uso de aire como medio impulsor y el número de codos de la tubería y el propio uso del aire, hace necesaria el uso de la bola para que se amolde mejor al recorrido.

#### **4.5.3 PORCIONES DE PLASTICO Y ALUMINIO**

Las líneas de plástico y aluminio constan de 1 bola de media tonelada de capacidad cada una y una bañera de 1,2 Tn de capacidad respectivamente.

En las porciones el trozo de fruta de fruta debe ser extremadamente pequeño. Los trozos grandes no son ni deseables en el producto ni posibles de tratar por el tamaño de las boquillas de la llenadora

Las vagonetas se elevan por un puente grúa y se desplazan hasta colocarse encima de los mezcladores de la línea. Se abre la compuerta inferior de la vagoneta y se deja caer el producto en el mezclador impulsando desde la parte superior con un chorro de agua a presión. El producto total se bombea a la bola donde se introducirán el ácido y la pectina de la misma forma que en la línea de vidrio. De ahí se descarga en la bañera y se bomba a un depósito colocado sobre la llenadora y que dosifica la cantidad de producto necesaria a la llenadora por gravedad.

Cuando la bañera se vacía no se utiliza ningún dispositivo tipo torpedo para ayudar al bombeo (obviamente tampoco se usa agua ya que el producto tendría una elevadísima cantidad de agua). El bombeo normal continúa ya que gracias al depósito intermedio que se vacía por gravedad no existe riesgo de presencia de burbujas de aires entrando al recipiente con el producto.

#### **4.6 LLENADO**

El proceso de llenado comienza teóricamente a las 6 de la mañana, pero realmente es un proceso que comienza entre las 6 y las 6.30 en función de diferentes factores (el producto se ha preparado sin retrasos y bañera ya está lista, la preparación de la línea ha comenzado puntualmente y no ha habido ninguna tarea que haya costado más tiempo terminar....).



El llenado es un proceso orientado al producto, por lo que no existe ningún punto común entre las líneas y se hace necesario desarrollar el proceso de llenado propio de cada una de las líneas

#### 4.6.1 VIDRIO

Se trata de la línea más compleja debido al elevado volumen de producción necesaria, las dificultades con respecto a las otras líneas para realizar los diferentes tratamientos son: miles de vidrios necesarios a diario, los vidrios llegan ya en su forma final (las porciones de plásticos llegan en forma de rollo de plástico que ocupa un reducido espacio y que se deforma adaptando la forma deseada en la línea) y no son apilables unos sobre otros (como si sucede en el caso de los cubos y de las porciones de aluminio), además es necesario llevar a cabo nuevamente tratamientos que son exclusivos de esta línea (necesario volver a pasteurizar el producto cuando ya se encuentra embotellado...)



*Imagen 4.8: Vista superior de la planta (llenado y etiquetado de vidrio)*

La línea está dividida en 3 zonas claramente diferenciadas, controladas cada una por un operario en específico y relacionadas entre sí de forma directa. Estas 3 zonas son el embotellado (donde el producto se introduce en el vidrio, éste se tapa y se pasteuriza otra vez), el etiquetado y el empaquetado (ahí los vidrios se agrupan en paquetes de 6, 8 y 10 botes, se plastifican si el cliente lo exige y posteriormente se agrupan en palés para su distribución)

*a) Embotellado*

Los vidrios vacíos llegan apilados en varias filas separadas por láminas plásticas rígidas. Estos llegan en el mismo día de la producción en palés, quedando únicamente una pequeña cantidad de seguridad de cada tipo almacenada en el exterior. Se introducen manualmente en una jaula donde un brazo robótico recoge los vidrios de cada fila y los introduce en una caja metálica que los liberará sobre una pequeña mesa y posteriormente empuja para que entren a la cinta transportadora. Una vez sobre la cinta los vidrios son soplados con aire, introducidos en la llenadora, cerrados y finalmente accederán a la máquina pasteurizadora antes de abandonar la zona de llenado.

Al llegar a las 6 a su puesto y en el caso de que no se continúe con un producto de igual formato que el día anterior, el operario, prepara los vidrios para la primera y segunda tanda colocando un palé lleno de vidrios vacíos en la jaula y otro frente a la puerta de acceso de ésta, para agilizar el cambio de palé (a ambos palés se les retira el plástico que evita que los vidrios caigan al vacío durante su transporte), comprueba que el elevador de tapas tiene suficientes tapas para trabajar, que la línea está en orden, la máquina encargada de la colocación de tapas y los sensores funcionan de forma correcta y que la máquina pasteurizadora está a la temperatura adecuada. También prepara los diferentes formularios en los que posteriormente indicará los resultados de las medidas de control de calidad y las reparaciones llevadas a cabo en la línea. El cambio de utillaje no es necesario realizar, ya que eso es realizado el día anterior por los técnicos de mantenimiento.

La línea de llenado, como se resumía brevemente en el primer párrafo, comienza en la jaula, el robot recoge las bandejas de vidrios situados encima del palé y las va dejando en una mesa para, instantes después, empujarlos de forma desordenada a la cinta transportadora, donde tras un embudo los vidrios se colocan en fila. Antes de llegar al embotellador, los vidrios pasan por el soplador donde son volteados y varias mangueras inyectan aire a presión para eliminar cualquier contaminante (polvo, plástico...) que se haya podido introducir en ellos. Desde dicho momento la línea está totalmente cubierta, hasta que los vidrios sean tapados, para que no se contaminen. Tras pasar por el embotellador los vidrios son inmediatamente tapados, tras lo cual se les hace pasar por un pequeño chorro de agua fría de forma que el descenso de temperatura se acelera disminuyendo la presión, consiguiendo la creación de vacío en su interior y no siendo expulsados de la línea por el dispositivo detector de vacío. Tras pasar por una corriente de agua caliente que limpia los restos de producto que puede haber en el exterior del vidrio entran al pasteurizador, el proceso más lento de la línea de vidrio por normativa de seguridad. En él, que por motivos de optimización de espacio y ahorro de costes, se pierde nuevamente el orden de la producción en línea. A la salida del pasteurizador los vidrios entran en una nueva cinta transportadora con capacidad para 4-5 vidrios a lo ancho de esta, y que tras pasar por un embudo similar al que comenzaba la línea accederán a la etiquetadora de forma ordenada.

El pasteurizado que sufren es un proceso por el cual los vidrios pasan por cortinas de agua de diferentes temperaturas (desde los 90° hasta temperatura ambiente) de forma que se



asegura la no presencia de microorganismos dañinos y posteriormente que los vidrios no se dañen por el fuerte contraste de temperaturas.

Debido a las diferencias de velocidades y el objetivo de terminar el proceso de embotellamiento lo antes posible para no perder tiempo en la limpieza del embotellador, se produce en la mayoría de los productos una acumulación en la salida del pasteurizador. El volumen de vasos que sale del pasteurizador es mayor que el volumen de vasos que la etiquetadora puede procesar, por lo que los vidrios desplazan a los situados en la cinta transportadora a una mesa de acumulación, donde se irán acumulando hasta que no salgan mas vasos del pasteurizador o su volumen se reduzca notoriamente.

Se podría pensar que dicho proceso responde a condiciones de producción por las que los vidrios deben estar a una determinada temperatura durante un tiempo determinado, pero en los casos en que la saturación llega a su máximo, los vidrios permanecen quietos en el pasteurizador durante un tiempo indeterminado e incontrolado sin afectar ello a los mínimos de calidad exigidos al producto.

#### *b) Etiquetado*

Tras salir del pasteurizador, los vidrios son soplados nuevamente con aire a presión para conseguir que lleguen secos a la etiquetadora. En función del tipo de etiquetado deseado por el cliente pasaran por una de las 2 etiquetadoras de las que se disponen en planta: La E70 (con capacidad para 2 etiquetas laterales y 1 superior) y la E62 (más antigua y limitada a una única etiqueta lateral), ambas diseñadas por la empresa alemana Langguth

#### Máquina etiquetadora E62

Esta máquina permite el etiquetado de los vidrios con una sola etiqueta que debe cubrir la totalidad del perímetro del vidrio

Los vidrios pasan por un pequeño codo previo a la máquina de forma que si alguno se ha volcado no se rompa al entrar en la máquina y genere mucho tiempo perdido en la limpieza de la máquina. De esta forma el vidrio queda atrapado en el codo y el operario puede retirarlo de forma rápida y limpia. Ya en la máquina se le sopla pegamento caliente a la pared del vidrio y tras el contacto con la etiqueta se le hace girar sobre sí mismo para que la etiqueta cubra por completo el vidrio y el extremo de ésta se solape con el primero en el lugar en el que se encuentra la cola.

En los casos en los que el cliente exige que el producto tenga etiqueta en la tapa, previo a la máquina etiquetadora hay otra etiquetadora más simple que coloca una pegatina en la tapa conforme los botes pasan por debajo de esta

### Máquina etiquetadora E70

Dicha máquina es más novedosa que la anterior y permite la posibilidad de adherir hasta 3 etiquetas de reducido tamaño en los laterales del vidrio.

Previo a esta máquina no existe un codo como en la anterior, ya que una de sus limitaciones es la imposibilidad de operar con vidrios sin tapa. En el anterior caso los vidrios atravesaban la máquina y un sensor posterior lo expulsaba si notaba la ausencia de tapa. En esta máquina los vidrios sin tapa son mal agarrados por la pinza y pueden caer llegando a romperse, retrasando notablemente la producción por la consecuente limpieza y retirada de trozos de vidrio. Por ello antes de entrar en la máquina un sensor detecta los vidrios volcados y la presencia de tapa en los que estén en la posición correcta, parando la línea en caso de la existencia de anomalías

Ya en la máquina los vidrios son etiquetados. En primer lugar se coloca la etiqueta trasera y posteriormente la delantera, a las que previamente se les hace pasar automáticamente por un rodillo por el que circula cola calentada para permitir su fluidez. En el caso de los productos Mühlhäuser se requiere además etiquetado superior, por lo que antes de salir de la E70 otra etiquetadora análoga a la existente previa a la E62 le coloca la etiqueta superior.

Como ya se verá más adelante, dicho etiquetado superior ha traído muchos quebraderos de cabeza a la empresa, que se ha tenido que enfrentar a muchos problemas técnicos para poder llevar a cabo ese proceso, fruto de una idea con la que se pretendía dar al producto un mejor aspecto visual, hacerlo más apetecible al consumidor y aumentar la cuota de mercado

Ambas etiquetadoras van equipadas con sensores que detectan si alguna etiqueta no ha sido colocada, de forma que se expulsarán de la línea si el producto no está en las condiciones óptimas de venta.

#### *c) Empaquetado*

Los vidrios, ya etiquetados, pasan por último la empaquetadora donde serán colocados en paquetes de 6 vidrios (2x3), 8 (2x4) o 10 (2x5) y a la paletizadora, de forma que su transporte sea más cómodo y barato.

Tras salir de la zona de etiquetado un divisor de carriles va alternando los vidrios entre 2 carriles de forma que lleguen en 2 filas a la empaquetadora y ahí unos ganchos o ventosas (en función del producto) llevan los vidrios a otra cinta transportadora paralela a ésta y los dejan en una caja formadas poco antes por la ensambladora de cajas, que mantiene 5 o 6 cartones ensamblados entre ésta y la empaquetadora para que, por si existe algún fallo en el ensamblado, el operario tenga tiempo a reaccionar y retirar el cartón que obstruya la máquina sin retraso en la producción



*Imagen 4.9: Área de empaquetado de la línea de vidrio*

En dicha máquina se ensamblan de forma automática los cartones, el operario únicamente se tiene que encargar de asegurar que siempre haya cartones suficientes en la máquina para que no se pare la producción. Una vez que los cartones están ensamblados y los vidrios colocados en ellos, éstos pasan por un peso que detecta si el peso del cartón es el adecuado (es decir, que ningún vidrio se ha caído de la empaquetadora durante el cambio de cinta transportadora y que ningún vidrio esté vacío o tenga menos producto del indicado) y por una impresora que marca en el cartón los datos referentes al lote, producto y fecha de caducidad. En caso de que el peso detecte una medida incorrecta la empaquetadora se detendrá, momento en el que el operario debe retirar el cartón defectuoso e indicar que la anomalía ha sido resuelta, pulsando un botón de la empaquetadora, para que la producción continúe. Por último los packs pasan por la paletizadora, dónde se colocan en palés para su transporte. La máquina tiene capacidad para 4 palés a la vez, por lo que es necesario que el carretillero retire los palés continuamente y los lleve al almacén donde posteriormente se emban y dejan en su estantería correspondiente o se llevan al camión que los distribuirá

En ciertos productos el cliente desea un último proceso tras el empaquetado, y éste es la plastificación de los cartones. Tras pasar por la maquina codificadora, los cartones entran en la máquina plastificadora donde se les colocara un lamina plástica alrededor de éstos que tras pasar por un horno en el que se mantienen la temperatura a 100°C el plástico se reducirá adaptándose a la forma de los vidrios.

#### 4.6.2 CUBOS

La línea de cubos se trata de la línea menos automatizada de toda la empresa en la que, a diferencia de la línea de vidrio, en vez de ser un flujo en el que los diferentes procesos se realizan sin necesidad de detener la cinta, la maquinaria está fijada por lo que la cinta debe detenerse para poder llevarlos a cabo. En ella trabajan 2 operarios.

Los cubos vacíos se colocan sobre una primera cinta transportadora sobre la que se produce el llenado. Tras el llenado pasan por un conjunto de rodillos con capacidad para 2-3 cubos en los que el operario empuja los cubos para ayudarles a llegar a una segunda cinta transportadora. El motivo de la existencia de 2 cintas independientes es que el sistema empleado para la segunda cinta es especial para la línea. Al tratarse de cubos de muy variado y elevado peso es probable que estos deslicen sobre una cinta normal y no queden bien cuadrados bajo las herramientas que los van a cerrar. La nueva cinta tiene unos relieves que hacen tope en la parte posterior del cubo de forma que estos siempre quedan bien centrados. Otro dato curioso de esta línea es que para que estos relieves queden justo detrás de los cubos, la cinta debe sufrir un ligero retroceso para cubrir el relieve y no impida el acceso de los cubos a ésta.

El primer operario coloca los cubos uno a uno en la primera cinta, pudiéndose formar una cola de hasta 7 cubos (en función del tamaño de estos) antes de llegar a la llenadora y que le permite realizar el resto de operaciones de las que está encargado sin que haya falta de cubos en la llenadora. Una vez que el cubo está lleno el operario lo empuja a través de un conjunto de rodillos, de medio metro de longitud, hasta que llega a la segunda cinta. En ella se le coloca una lámina de plástico encima en la que tras aplicar calor en el contorno queda adherida a éste cubriendo perfectamente el cubo. Posteriormente el operario coloca manualmente las tapas a los cubos, que quedan correctamente cerrados tras pasar por una prensa en forma de rodillo. Posteriormente los cubos son etiquetados y marcados con la fecha de caducidad y lote automáticamente. Tras ser etiquetados llegan al final de la línea, donde el segundo operario se encarga de recogerlos y agruparlos en un palé, que luego será transportado al almacén.

#### 4.6.3 PORCIONES DE PLASTICO

Se trata de la línea más automatizada de la planta, en la que uno de los 2 operarios encargados controla que la línea funcione correctamente realizando pequeños ajustes, cambiando los utillajes cuando sea necesario y reponiendo el material cuando éste se agota. Parece un trabajo sencillo, pero la complejidad de la máquina hace que las averías por ligeros desajustes sean frecuentes (porciones mal cortadas o mal prensadas, porciones aplastadas liberando producto en la máquina...) y el operario tenga que estar continuamente corrigiendo. El principal problema de ésta máquina es que debido a su complejidad los arreglos o modificaciones de los mecanismos son altamente costosos. El segundo operario controla que las cajas llenas de porciones tengan el peso adecuado y las apila en el palé para su posterior traslado al almacén.

La línea comienza colocando un rollo de plástico duro de color blanco, con capacidad a lo ancho para 5 porciones, al inicio de la línea. Éste se desenrolla arrastrado por el movimiento de los diversos enganches presentes en la máquina. La línea no consiste más que de un conjunto de operaciones que se realizan de forma continua sobre la lámina. La primera operación a la que se enfrente es un moldeo en caliente en el que se le da una primera preforma a la porción de forma que con el posterior moldeo en frío (que se realiza en 2 procesos consecutivos) las tensiones son menores y no existe riesgo de rotura. El plástico ya queda con la forma definitiva y éste quedará marcada con la fecha de caducidad del producto en su base por medio de unos moldes de reducido tamaño que se colocan bajo la segunda plancha del moldeo en frío. Con las porciones ya formadas en la lámina se llenan en la llenadora y se les hace rodar a la par de una lámina de aluminio con la imagen e información del producto. Con ayuda de una plancha se adhieren ambas láminas que luego se cortan de forma que se obtengan porciones individuales con ambas láminas perfectamente acopladas. Con las porciones ya separadas individualmente unas ventosas las introducen en una caja de cartón que se ha creado automáticamente en una ensambladora presente en una línea paralela. Cuando se ha completado la caja con los niveles requeridos para contener 100 o 200 unidades se suelta el enganche que detenía y ésta continúa por la línea, donde es cerrada por cinta aislante y etiquetada. Finalmente, como se comentaba al principio, el segundo operario controla el peso de la caja y la deja en el pallet.

Al tratarse de cajas con una elevada cantidad de porciones (100 o 200 unidades según las especificaciones de cada cliente) existen ocasiones en las que el cliente desea cajas con surtido de sabores en vez de un único sabor. En esas ocasiones se producirán dichos sabores en producciones sucesivas que se quedaran con las cajas abiertas. De ésta forma, una vez que se dispone de porciones suficientes de todos los sabores exigidos se agrupan todas las cajas en una máquina colocada en la zona del almacén y con la que se retirará una fila de cada caja para introducirla en una nueva que ya quedará preparada con todos los productos exigidos.

#### **4.6.4 PORCIONES DE ALUMINIO**

La línea de porciones de aluminio se trata de la menos utilizada en la empresa. Mientras que el resto de líneas trabajan todos los días, incluso hasta varios turnos o días festivos, esta línea no sólo funciona un solo turno, sino que hay días en los que su uso es innecesario. Esto es debido a que la mayoría de clientes prefieren el uso de plástico en vez de aluminio para las porciones por el mayor coste de éste último.

En esta línea trabajan hasta 5 operarios debido a la mayor simplicidad de la maquinaria utilizada y a la consecuente necesidad de un elevado número de operaciones. 2 máquinas idénticas trabajan de forma paralela en el llenado y sellado de las porciones, con un operario encargado del funcionamiento de cada una. Para ello, el producto llega desde la bañera y se divide en 2 tuberías, llegando cada una a una de las 2 máquinas arriba nombradas.

Estas máquinas, al contrario que en el caso de las porciones de plástico, son máquinas rotativas que se alimentan con las porciones ya preformadas. Las porciones vacías se depositan en 4 columnas sobre una enorme placa metálica con orificios, donde la primera



porción de cada fila queda fijada, posteriormente se presionan para que queden bien fijadas en el hueco, se llenan, se les coloca la tapa de aluminio y se estampan para que la tapa quede sellada. Las porciones ya listas se expulsan empujándolas desde abajo, entrando en la cinta transportadora que pasara bajo unos chorros de agua para limpiarlos hasta introducirse en la empaquetadora, donde unas ventosas recogen las porciones y las depositan en la caja.

Las cajas al contrario que en el resto de líneas se realizan manualmente por un operario que debe formar continuamente las cajas e introducir en su interior cartones que limiten la zona donde se colocaran las porciones.

Un cuarto operario vigila la empaquetadora. Frecuentemente existen fallos en el vacío realizado a las porciones por parte de las ventosas, por los que las porciones no entran adecuadamente a la caja. El operario aquí encargado rellena las posiciones en las que faltan porciones y vuelve a introducir la caja en la línea, donde serán automáticamente etiquetadas y codificadas con el nombre del producto, el lote y la fecha de caducidad.

El último proceso antes de abandonar la línea es la colocación de las cajas en el correspondiente palé. Este es un proceso en el que en ocasiones hay un operario dedicado a ello, pero que en otras ocasiones, debido al enorme espacio existente para su acumulación, se dejan éstas durante un tiempo hasta que el operario encargado de vigilar la empaquetadora recoge las cajas y las coloca en el palé.

## 4.7 GESTIÓN DEL ALMACEN

La empresa dispone de un gran almacén anexo a la planta de producción en el que se guarda tanto el material necesario para la producción como el producto ya terminado que distribuirá a sus clientes. Además de este almacén también tiene subcontratado los servicios de una empresa de almacenaje en Düsseldorf donde colocan la mayor parte de su mercancía. A la mayoría de sus clientes se les proporciona los productos de dicho almacén, pero, por razones comerciales existen además clientes que retiran los productos desde la misma empresa.

El material que se mantiene en el almacén es la práctica totalidad del material necesario para llevar a cabo la producción, a excepción de los vidrios vacíos (que se almacenan apilados en palés en el exterior de la planta al lado de la puerta donde el camión del proveedor los coloca) y la pectina que se almacena en un piso superior a la zona de cocinado de forma que los operarios del área tienen fácil acceso cuando requieran utilizarla. El resto de productos (tapas, etiquetas, cubos, cajas, plásticos para porciones...) se mantienen en el almacén y se van a buscar en función de las necesidades.



*Imagen 4.10: Palés con vidrios vacíos en el exterior de la planta*

Puede parecer un poco contradictorio tener tanta necesidad del uso del almacén cuando previamente se ha explicado que la empresa sigue (o busca perseguir, mejor dicho) una política de just in time. El motivo de esto es que la empresa, a pesar de basarse en el just in time, necesita disponer de un stock de seguridad de todo el material que necesita, en caso de que hubiera un fallo en los cálculos o un problema en la distribución de este. Además se llegan a acuerdos con los proveedores de forma que la realización de un pedido mínimo acordado (bien que este sea mayor que las necesidades de la empresa) le supone un mejor precio, y según los cuales el incumplimiento de los plazos de pedido y la necesidad de un envío urgente, conlleva una fuerte sanción económica a éstos.

Para los productos terminados estamos en una situación parecida, a pesar de trabajar con un sistema pull, en el que se fabrica según las necesidades, este sistema lo lleva a cabo siguiendo las necesidades del almacén. La producción busca tener una cantidad determinada de cada producto en el almacén, de forma que cuando los clientes adquieren este producto el nivel del almacén disminuye hasta llegar al stock mínimo, momento en el que se realiza la orden de producción.

## **4.8 VENTA Y DISTRIBUCION A CLIENTES**

En párrafos anteriores hemos visto que los productos elaborados por Mühlhäuser están destinados a 2 tipos de consumidores finales, sin embargo la producción elaborada por la empresa tiene también 2 tipos de clientes primarios: Las empresas a las que le proporciona productos de la marca Mühlhäuser y otras empresa del sector a la que no les es posible la



elaboración de dichos productos o les es más rentable económicamente comprar a Mühlhäuser que llevar a cabo la elaboración de los mismos.

Las principales marcas para las que produce Mühlhäuser son las nombradas a continuación:

Schneekoppe  
Löhrenz and Lihn  
Pletterbauer  
Kunden Dienst  
Vogeley

Los clientes que compran los productos Mühlhäuser son principalmente grandes superficies comerciales alemanas, como las que se indican a continuación

Rewe	Pegros/Selgros
Penny	Globus
Netto	Metro
Kaufland	Kaiser's Tengelmann
Edeka	Toom
Marktkauf	Familia
Mios	Konsum



*Imagen 4.11: Principales cadenas de supermercados dónde se comercializan productos Mühlhäuser*

La política de producción llevada a cabo para cada uno de los grupos es diferente, ya que mientras que para la elaboración de los productos de otras empresas responde sólo a la orden de pedidos enviadas por éstas, para los productos propios intenta fabricar según las necesidades inmediatas que refleja el plan de producción

Así, para los clientes del primer tipo producen según la orden de pedido que el cliente emite. Como la principal perdida en producción es lo tiempos de espera durante los procesos de limpieza de las líneas, los pedidos del cliente siempre son una producción a gran escala intentando reducir así lo máximo posible el numero de procesos de limpieza durante cada día de producción.

Para la producción de sus productos propios, la empresa lleva una política “Push” basada en su stock. Como se ha venido diciendo, la producción a pequeña escala de confitura es muy costosa por los tiempos de espera derivados de la limpieza de la línea, por lo que producen para mantener un stock mínimo de almacén. La venta de los productos del almacén reduce la cantidad de estos y cuando dicha cantidad es menor a un valor establecido se emite la orden de producción.

## **4.9 CONTROL PARA LA SEGURIDAD EN LA PRODUCCION**

En la planta de producción existen una determinada cantidad de normas necesarias para evitar tanto la contaminación del producto como para garantizar la seguridad del personal con acceso a la planta.

### Normas para la seguridad del producto

Las normas para la seguridad del producto son necesarias para satisfacer la normativa IFS, que se explicará en el siguiente apartado y que es de obligado cumplimiento para toda empresa perteneciente al sector de la alimentación, pero también para asegurar que el producto elaborado no supone ningún riesgo para el consumidor. Estas normas están basadas tanto en la forma de vestir como en el comportamiento de toda aquella persona que accede a la planta.

### Normativa en la vestimenta:

- Usar gorro
- En caso de tener barba usar un protector facial
- Llevar ropa de trabajo en el caso de los operarios y una bata para quien no tenga dicha ropa
- Prohibido el uso de complementos tales como pendientes, anillos, pulseras, relojes, piercings...



*Imagen 4.12: Además de ser obligatorio el uso de gorro, fumar está obviamente prohibido*

#### Normas de comportamiento:

- Prohibido fumar en todo planta a excepción de los espacios permitidos
- Prohibido comer en las proximidades de la planta de producción
- Comportarse de forma que no se comprometa la calidad del producto

#### Normas para la seguridad del personal

Como en toda planta de producción existe un trabajo continuo con maquinaria y material pesado por lo que la necesidad de un conjunto de normas a cumplir es obvia para evitar en la mayor medida posible los accidentes laborales

- Uso de calzado de seguridad
- Uso de tapones de oídos
- No reparar la maquinaria ni introducir la mano si se encuentran en funcionamiento
- Respetar las indicaciones de cada máquina



*Imagen 4.13: El uso de tapones en la planta es muy recomendable*



*Imagen 4.14: Cartel a la entrada de producción con las obligaciones para el acceso*

## 4.10 NORMAS DE CALIDAD Y CERTIFICADOS ACREDITATIVOS

La empresa cumple con 2 normativas propias del sector de la alimentación en Alemania y tienen sus correspondientes certificados:

IFS (Internacional Food Standard o Norma Internacional para los Alimentos, en castellano):

Se trata de una norma de carácter internacional desarrollada para todo tipo de distribuidor y para los mayoristas del sector de la alimentación, con la que se garantiza la seguridad alimentaria de los productos dirigidos al consumidor. Este estándar IFS se aplica a todas las etapas de la de cadena alimentaria posterior a la explotación agrícola y numerosos países como España, Suiza o Austria, además de Alemania la apoyan cómo su estándar de seguridad alimentaria.



Los objetivos básicos de la IFS son los siguientes:

Establecer una norma común con un sistema de evaluación uniforme

Trabajar con los organismos de certificación acreditados y bien calificados y auditores autorizados

Garantizar la comparabilidad y la transparencia en toda la cadena de suministro

Reducir costes y tiempo para proveedores y minoristas

*Imagen 4.15:  
Logotipo de la IFS*

La norma IFS es de aplicación en el sector desde su versión 3 en 2003, estando desde 2008 y todavía vigente su versión 5, a la espera de la sexta a principios del año 2012

La quinta versión está dividida en 5 apartados en los que se trata los diferentes requisitos y competencias de la norma:

Capítulo 1- Responsabilidad de la dirección: Requisitos sobre la política empresarial, la estructura, la orientación al cliente y la revisión del sistema de gestión

Capítulo 2- Sistema de gestión de la calidad: Implantación y requisitos de sistema APPCC (Análisis de peligros y control de riesgos), requisitos de documentación y registro

Capítulo 3- gestión de recursos: Requisitos sobre higiene personal, ropa de protección, capacitación y servicios de personal



Capítulo 4: El proceso de producción: Especificaciones del producto, requisitos del proceso de compra, envasado, el entorno de la fábrica, limpieza de las instalaciones, control de plagas, trazabilidad, etc.

Capítulo 5: Análisis y mejora: Auditoría interna, análisis de los productos, retirada y recuperación de productos, gestión de las acciones correctivas...

#### BIO-Siegel (Certificación ecológica):

Certificado por el que cualquier empresa relacionada con producción alimentaria demuestra cumplir con los requisitos para certificar la producción de productos ecológicos.



*Imagen 4.16: Logotipos de la certificación Bio-Siegel*

Los requerimientos necesarios para cumplir dicha certificación cubren un conjunto de estándares de producción tanto en cultivo, almacenaje, procesamiento, empaquetado y distribución:

- Evitar organismos genéticamente modificados y elementos químicos de síntesis, tales como fertilizantes, pesticidas, antibióticos o aditivos.
- Usar suelos de cultivo en los que no se hayan empleado productos químicos durante 3 o más años
- Mantener una separación física estricta entre productos ecológicos certificados de aquellos sin certificación
- Someterse a inspecciones periódicas in situ
- Llevar control documental del proceso de producción y ventas del producto

## 4.11 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

El análisis de la calidad del producto se realiza a diario durante diferentes procesos de la producción de forma que se detecta el punto donde se produce un fallo de calidad y se asegura que el producto llegara al cliente en unas condiciones óptimas de consumo.

El primer análisis de calidad es llevado a cabo por los operarios de cocinado, en el que como se ha explicado anteriormente comprueban antes de cada descarga de producto a la línea el nivel seco, la acidez y la viscosidad. También retiran una pequeña cantidad de producto correspondiente a cada descarga que el departamento de calidad estudiara al día siguiente para analizar la evolución temporal del producto

En la línea de producción se retiran y analizan muestras frecuentemente lo largo del día que también serán analizadas por el laboratorio de calidad al día siguiente y cada media hora se comprueba y anota el peso del producto, además de cada vez que se trabaja con un producto nuevo. Este proceso es diferente para cada línea, ya que las características de estas y los requisitos de los productos de cada una de estas son diferentes.

*Vidrio:* En la zona de llenado se hace un primer análisis de calidad de validez local y que únicamente tendrá trascendencia al departamento de calidad cuando el nivel requerido no se alcance. El operario marca 2 vidrios vacios que ha pesado previamente y los deja en la línea a la entrada del embotellador. A la salida de éste los coge y vuelve a pesar para comprobar que la dosis de llenado es la correcta y lo anota en el informe, este proceso lo repetirá cada media hora hasta el fin del turno. En la primera medida para un nuevo producto, de esos vidrios toma una pequeña muestra y analiza que el nivel seco del producto sigue siendo el correcto. Una vez que ha comprobado que el producto está dentro de los valores estimados, coloca los vidrios entre la llenadora y la máquina que colocara tapará el vidrio para que sigan el proceso de producción.



La muestra para el laboratorio de calidad se toma tras el etiquetado, donde también se comprueba continuamente que el bote ha sido correctamente etiquetado y marcado con la fecha de caducidad. El operario retira cada media hora desde el inicio de la producción un bote que posteriormente será recogido por miembros del departamento de calidad para su análisis al día siguiente

*Imagen 4.17: Bandeja para la retirada de vidrios llenos para su posterior análisis*



En la zona de empaquetado el control básico que se realiza es el correcto peso del paquete de vidrios que sale de la empaquetadora. Con esta medida se asegura que ningún vidrio salga con una cantidad de producto muy inferior al mínimo requerido y que ningún paquete se distribuya al cliente con vidrios vacíos o menor cantidad de la estipulada. Además también se controla que los paquetes están correctamente impresos con el nombre del producto y el código de éste.

*Cubo:* Al igual que en la línea de vidrios, tras la primera descarga de un nuevo producto, se hace un primer análisis en el que se comprueba que el nivel seco es el adecuado y se retiran muestras cada media hora para su análisis posterior en calidad. El control de etiquetado lo realiza el segundo operario de la línea, que mientras coloca los cubos sobre el palé con el que se transportarán al almacén, controla que los cubos estén bien etiquetados y codificados con la fecha de caducidad.



*Imagen 4.18: Indicación de la codificación correcta de los paquetes*

*Porciones de plástico y aluminio:* En estos casos, al igual que en los anteriores, también se hace un rápido análisis del producto al comienzo de un nuevo producto y se anota el peso de muestras del producto y guardan unas muestras a lo largo del día para su inspección al día siguiente en el laboratorio. Se realiza además inspecciones visuales esporádicas para asegurar la correcta colocación de la lámina de cierre de forma que esta quede bien centrada. Al igual que en el empaquetado de vidrios aquí también se comprueba el estado de los paquetes finales. Para la porciones de plástico se controla que el peso del paquete esté dentro de unos límites previamente determinados y en el caso de las porciones de aluminio, al ser un proceso más manual, se trata de un simple control visual previo al cierre manual de la caja por el que se ve fácilmente los huecos debidos a la fallida colocación de las porciones.

La fase final del control de calidad es el estado propio producto en las condiciones de consumo. Partiendo del hecho de que en términos de salud, durante las diferentes pruebas en producción, el producto es apto para el consumo y de que la materia prima llega en las condiciones adecuadas y así está asegurado por el proveedor, solo queda comprobar que la

preparación del producto se ha llevado a cabo de forma adecuada y el resultado final es el esperado. Cada día se reúnen puntualmente a las 7:30 de la mañana al menos 3 de los 6 responsables finales (pertenecientes a los departamentos de calidad, investigación y desarrollo y de gestión de la empresa) y analizan las muestras recogidas del día anterior, que suelen consistir en 8 vidrios, 8 porciones de plásticos, 2 porciones de aluminio y 2 muestras extraídas de los cubos. Realizan una última prueba subjetiva antes de dar la orden de salida del producto, en la que analizan el aspecto visual del producto, su textura y su sabor, y lo comparan con respecto a lo que ellos consideran que debe ser. En caso de duda, realizan la comparación con un producto idéntico de un lote anterior que queda guardado temporalmente en el almacén del laboratorio, y que tienen como patrón. Si consideran que el producto está en condiciones de venta dan el visto bueno al envío de este

## 4.12 ELIMINACION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Al tratarse de una empresa de producción, se generan diariamente gran cantidad de desperdicios de diferente naturaleza, aunque al tratarse de una empresa de alimentación la gran mayoría de estos no son tóxicos o corrosivos y no suponen un riesgo importante elevado para el medio ambiente.

Los tipos de desperdicios que se generan se pueden dividir en 2 tipos:

- Residuos filtrados por las tuberías
- Basura generada por la manipulación de los productos

Para el primero de los casos no existen ningunas medidas específicas de tratamiento de residuos, cualquier sustancia disuelta o arrastrada por el agua saldrá por las tuberías de la empresa sin ningún tratamiento especial. Estas sustancias incluyen cualquier producto utilizado como materia prima, producto final contaminado, cola disuelta en agua y los diferentes productos de limpieza empleados. Por ello el pago de un impuesto por contaminación es de pago obligatorio, el cual se usará posteriormente para depurar esa agua antes de que llegue al río.

En el segundo caso sí que es necesario que todo el personal de la empresa siga medidas de comportamiento. Para el desecho de cualquier recipiente o material adicional que es usado en cualquier proceso es necesaria su deposición en el contenedor correspondiente, habiendo 6 tipos diferentes de productos.

1. Material contaminado con producto: Cualquier producto que ya haya sido llenado pero que no pueda ser destinado a consumo por diferentes motivos (contaminación, mal llenado sin posibilidad de reprocesar...). Se trata en la gran mayoría de casos un residuo con mezcla de materiales de diferentes orígenes (vidrios, plástico o aluminio) que costaría mucho tiempo limpiar para separar y reciclar, siendo el volumen de este tipo de desecho no excesivamente elevado.

2. plástico: Los vidrios vacíos llegan en palés recubiertos por una lámina plástica transparente que evita que estos se caigan del palé. Dicho plástico una vez retirado se introduce en una máquina reductora que tras aplicación de calor lo va recogiendo en un rollo que posteriormente se introducirá en un contenedor destinado exclusivamente para plástico.

En dicho contenedor también se introducirá cualquier material plástico que no se desee utilizar en producción, aunque dichos niveles son ridículos comparados con los demás tipos de desperdicios

3. Palés: Los palés de madera se acaban estropeando con el uso, llegando a estar en un estado no recomendado para el soporte de cargas. Es por ello que si el palé se considera no seguro este se tira a un contenedor destinado únicamente a este tipo de desperdicio

4. Barriles vacíos: Los barriles una vez usados no son reutilizados ni devueltos al proveedor. Durante su manipulación sufren números desperfectos que hace poco útil su reutilización. Además a la empresa proveedora le sale mejor hacer uso de nuevos barriles que utilizar un camión para traer de vuelta los barriles vacíos, haciendo uso del camión exclusivamente para envío de producto acabado

5. Papel, cartón: El cartón utilizado en el envase de materia prima y otros productos va destinado a su contenedor particular. En dicho contenedor también se depositan restos de papel que vayan a ser desechados, aunque dicho volumen es insignificante

En las oficinas existen cubos destinados al papel y plástico independientes

#### Zona de preparación

El desperdicio de esta fase es producto desaprovechado que cae al suelo en el trasvase de los barriles o las cajas a las carretillas y posteriormente con el uso de mangueras se vierte al desagüe

No hay un elevado desperdicio en el trasvase del producto. En el caso de las cajas de cartón el resto remanente en la caja es muy reducido y en el de los barriles se utiliza agua para aprovechar la totalidad del producto contenido en estos.

El único inconveniente de usar agua para el aprovechamiento del producto es que la medida seca inicial será menor y se requerirá mayor tiempo en el horno para la elaboración del producto

#### Zona de cocinado

En este proceso hay incluso menos desperdicio. La vagoneta que se vacía en el mezclador es disparada otra vez con un chorro de agua para mayor aprovechamiento del producto. De ahí es bombeada al horno y la mayor pérdida se produce en la realización de análisis invasivos, en los que es necesario extraer producto para los análisis. Además del producto que se cae fuera del depósito, tanto sin querer como para eliminar la primera capa de producto del desagüe y conseguir una muestra más veraz, hay muestras en las que solo se necesita una pequeña cantidad y el resto se desaprovecha

#### Línea de vidrio

Es la línea donde mayor número de desperdicios se producen (plástico que recubre los vidrios vacíos, cartones en los que llegan las tapas, vidrios rotos, cartones defectuosos en zona de empaquetado...), pero eso es debido a que se trata de la línea de mayor producción y más compleja de la planta.

Una vez que se preparan los vidrios vacíos para su entrada en la jaula, los plásticos que los recubren y evitan su caída se introducen en una máquina cercana que con ayuda de calor y de un mecanismo giratorio se acaban reduciendo en un enorme rollo de plástico que ocupa menos espacio y que además será de más fácil manejo.

Los botes rotos, con producto contaminado y las tapas caídas se tiran juntos en un cubo de material contaminado a los pies del embotellador

En la etiquetadora también tienen un cubo similar en el que se depositan vidrios que se hayan roto o que se detectan sin tapa por haberla perdido durante el proceso. En este cubo también se deposita las etiquetas que se quiten de los vidrios que sean necesarios volver a etiquetar.

En la zona de empaquetado existe un contenedor exclusivo para cartón para ir colocando principalmente las laminas de cartón sobre los que se asientan los cartones que serán ensamblados como paquetes, pero también se colocaran ahí los que por fallos de la máquina sean desechados y no puedan volver a ser reutilizados. También existe un pequeño depósito para plástico al lado de la máquina reductora para poder introducir los restos de los plásticos sobrantes durante el cambio de rollo y los plásticos de aquellos paquetes que hayan sido mal plastificados.

### Línea de porciones de plástico

Se trata de la línea con, hasta la fecha, mayor cantidad de desperdicio. Esto es debido a que por su excesiva automatización está sufriendo un elevado número de problemas de costosa solución (principalmente los primeros minutos de producción hasta que la máquina se calienta), además de ser necesaria una buena preparación de los procesos que normalmente conlleva eliminación de material para un buen solapamiento con los nuevos materiales de recambio.

En primer lugar el uso de una nueva lámina, tanto para generar las porciones como para su recubrimiento, requiere el uso de la máquina sin llenado producto por lo que parte de la lámina será utilizada sin un objetivo de producción y acabará en la basura. Al margen de ello, durante la producción la lámina es cortada para obtener las porciones, por lo que una gran cantidad de plástico y aluminio es cada día tirada a la basura.

Tras la zona de corte existe una bandeja de salida por la que se extraen las porciones no destinadas a la venta. Estas porciones son aquellas que están vacías (en las que se comprueba que el corte es correcto), en las que se ve que la imagen superior no está bien encuadrada y aquellas del comienzo de la producción del producto en la que no se puede asegurar el correcto llenado de las porciones. Estas últimas serán las que se utilicen para llevar a cabo el análisis de calidad mencionado en el apartado anterior.

### Línea de cubos y de porciones de aluminio

En estas líneas el único desperdicio que se da es prácticamente el debido al llenado de los recipientes en el cambio de un recipiente a otro nuevo. Al ser ambos procesos bastante manuales no hay mucho desperdicio por fallo de proceso

## 4.13 DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS Y MEJORA DE LOS ACTUALES

Mühlhäuser no se trata únicamente de una empresa productora. Ya ha quedado visto que su principal línea de negocio es la producción y distribución de productos alimenticios untables. Sin embargo en su objetivo de perseguir el crecimiento en el mercado y en abrirse a nuevos sectores, busca en la medida de lo posible la elaboración de nuevos productos o la modificación de sus productos, haciéndolos más apetecibles y buscando una distinción de calidad con respecto a sus competidores.

Dichos estudios comienzan en la dirección que, encargada del análisis estratégico, es quien decide llevar a cabo las modificaciones, que pueden tratarse desde pequeños cambios en el aspecto visual del recipiente como en la salida a mercado de nuevos productos. En el laboratorio de investigación y desarrollo es donde se lleva a cabo la producción y estudio en este segundo caso, que pese a tratarse de un pequeño laboratorio, dispone de los suficientes medios para la realización a pequeña escala de ensayos de nuevos productos.

Dichas innovaciones parten principalmente del seno de la empresa, pero al tratarse de una empresa dedicada también a la producción para otras marcas, también pueden ser iniciativa de sus clientes.

En este último caso el procedimiento seguido por la empresa sigue una serie de patrones. Se realiza la producción a pequeña escala del producto deseado con una serie de variantes que se traducirán en diferencia en la viscosidad, color o sabor. Una vez que las muestras están preparadas se hacen llegar al cliente, que dará su opinión al respecto decantándose por alguna de las muestras ofrecidas o buscando todavía un producto diferente. La labor principal del departamento va más allá de una simple preparación de productos con ligeras diferencias para su posterior producción en cadena.

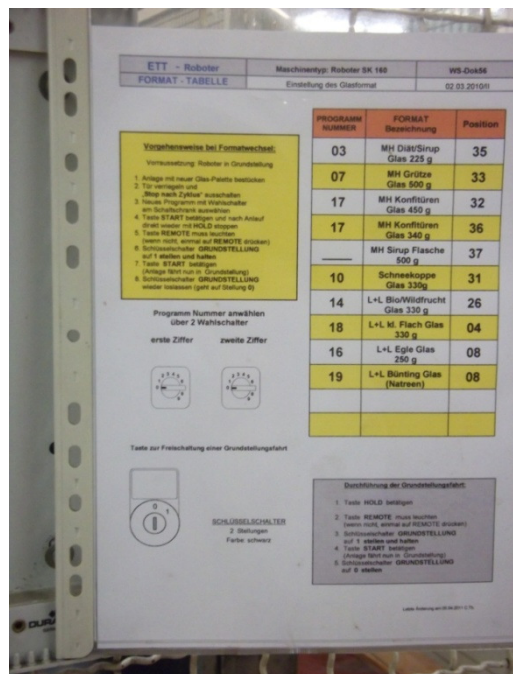
Como ejemplos recientes de lo expuesto en este apartado presento a continuación 2 casos de innovación llevados a cabo por la empresa.

Caso 1- modificación del etiquetado del producto en vidrio: Hasta 2010 los vidrios Mühlhäuser venían representados por 2 únicas etiquetas colocadas en la parte delantera y trasera de éste. La idea desarrollada a lo largo de este último año ha sido la colocación de una tercera etiqueta en parte superior de la tapa, que además de dejar más claro al consumidor que el vidrio no ha sido manipulado previo a su venta da un toque elegante a éste que lo diferencia del resto.

Caso 2 – Salida al mercado del nuevo producto “Crème de la Crème”: Entrado el año 2010 comenzó el desarrollo de este producto, a priori muy similar a la confitura, pero con la diferencia de que se trata de un producto más cremoso, en el que debido a su proceso de tamizado no es posible encontrar trozo alguno de fruta. Actualmente se disponen de 5 sabores diferentes (Fresa, Frambuesa, Grosella, Chocolate y Caramelo), y para él se diseñó un nuevo envase y un nuevo etiquetado más atractivo a la vista que facilitara el interés del consumidor a adquirir el producto.



## 4.14 PREPARACION DE LA MAQUINARIA PARA NUEVO PRODUCTO



*Imagen 4.19: Indicaciones del utillaje correcto y el programa para el robot de la jaula de vidrios vacíos en función del vidrio utilizado*

A pesar de que el principal problema de la producción es el tiempo perdido por el cambio de producto, debido a los tiempos necesarios para llevar a cabo la limpieza de las instalaciones, se busca tener un control sobre el cambio de utillajes para llevar a cabo este cuando se necesario en el menor tiempo posible.

Las bandas de transporte de las instalaciones funcionan de forma idéntica, independientemente del producto que se esté elaborando, sin embargo, los procesos más críticos requieren ligeras modificaciones para operar correctamente.

En los puntos en los que es necesario realizar cambios existen hojas como las mostradas en la imagen donde aparece indicado para cada producto el material que hay que utilizar y en caso de estar manipulando maquinaria automática, el programa a seleccionar para la operación. En el caso particular de la imagen, se trata de la hoja de especificaciones de robot de la jaula de vidrios vacíos la parte de llenado de la línea de vidrios y muestra el programa que hay que cargar en el robot y los raíles que hay que colocar en el soplador.



*Imagen 4.20: Guía para el soplador de aire previo a la entrada en la llenadora*

## 5. ELIMINACIÓN DEL DESPERDICIO Y BUSQUEDA DE LA MEJORA CONTINUA EN MÜHLHÄUSER

A lo largo de este apartado se va a tratar la producción desde otro punto vista. Se va a analizar ordenadamente los procesos productivos estudiando el motivo de porque se trabaja de la manera actual y las diferentes posibilidades de mejora de esas formas de trabajo que harán de la producción en la empresa un proceso más eficiente, viendo si el cambio es viable o supone una inversión difícil de amortizar.

### 5.1 LAYOUT DE LA EMPRESA

Ya se ha definido con anterioridad el Layout de la empresa, orientado principalmente al proceso más que al producto, aunque haya zonas con maquinaria de uso tan específico y sin una intercambiabilidad posible que la orientación al producto resulta la única opción. Durante la zona con layout orientado al proceso (preparación y cocinado) el producto se desplaza por la fábrica en lotes y no es hasta que comienza la zona de llenado que comienza la producción en flujo continuo.

Como se ha explicado previamente los operarios de preparación van acumulando carretillas con los productos necesarios hasta que los operarios de cocinado están preparados. Posteriormente estos últimos irán utilizando con frecuencia irregular estas carretillas en función de cómo avance la línea de llenado y los diferentes problemas que vayan surgiendo. El principal motivo de que el proceso aquí siga una distribución por lotes está originado en las limitaciones del proceso de llenado. Es inviable preparar producto para un solo envase, tanto en temas de espacio como de tiempo, por lo que se cocina la mayor cantidad posible de producto en cuanto la línea de llenado requiere más producto de entrada.

En la línea de llenado todos los productos de entrada llegan por lotes, pero en el propio proceso de llenado se da un proceso en línea que concluye al final de esta, donde los productos preparados en cajas (a excepción de los cubos, que se preparan de forma individual) se acumulan en palés, los cuales cuando tengan todo el lote listo serán transportados al almacén.

Dada las ventajas que se han defendido previamente del flujo continuo y el layout orientado al producto frente al layout orientado al proceso la pregunta parece obvia. ¿Sería adecuada la implantación de ambos conceptos en la totalidad del proceso? Antes de analizar dicha respuesta resulta conveniente analizar las ventajas que tienen sobre la situación actual y si están son considerables se pasaría a analizar su posible implantación en la empresa



Ventajas: Tuberías más cortas. Menor pérdida de carga. Menor consumo de energía para trasladar el producto a la llenadora

Desventajas: Necesario duplicar maquinaria de uso reducido e irregular y elevado coste. (Trituradora (precio razonable para unos pocos versiones catalogadas, a diferentes tamaños hay que pagar un sobre coste elevado que motiva a otras empresas del grupo (Bebe Navarra, por ejemplo) a no hacer la inversión), bomba con tamiz (herramienta de elevado coste, solo se dispone de una a pesar de que muchas veces es necesaria para 2 productos diferentes)

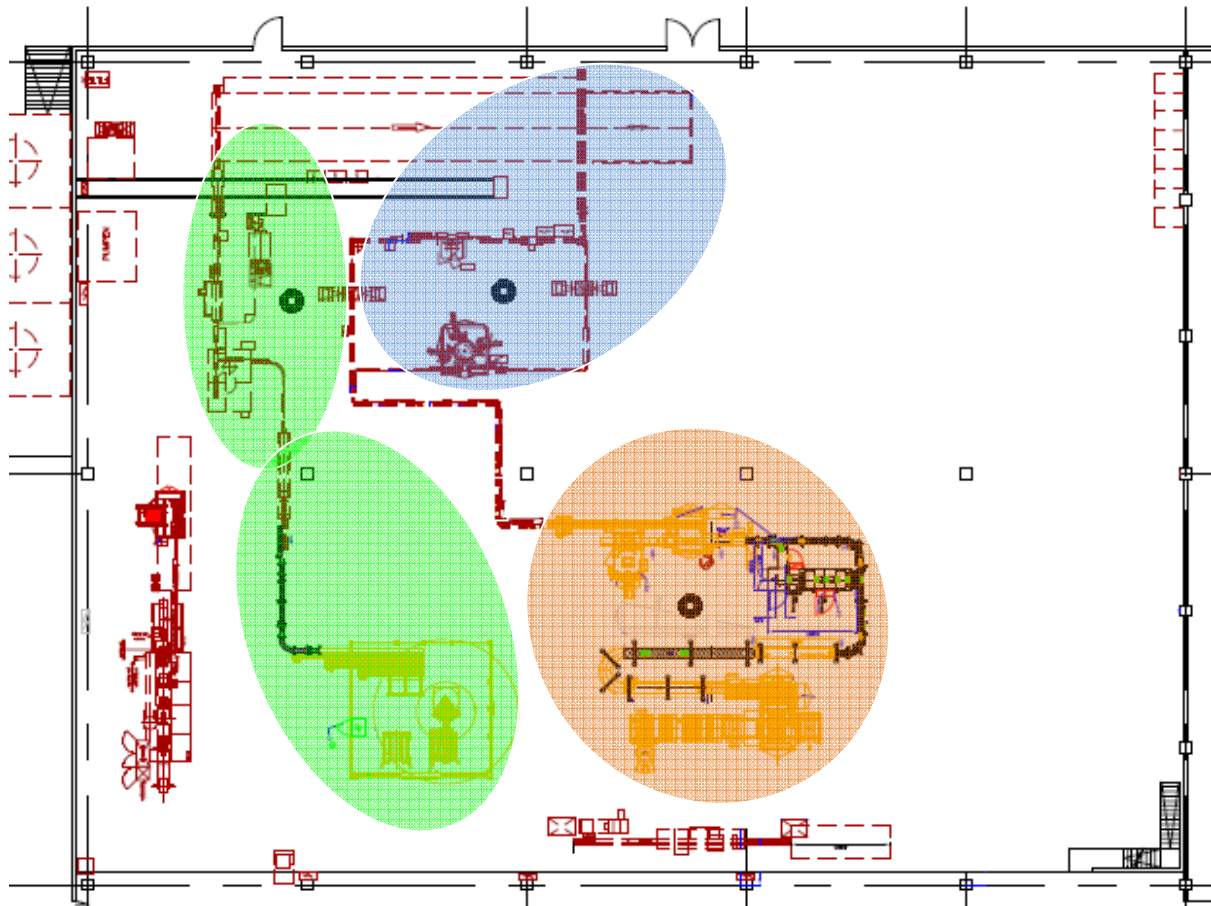
El cambio del layout para hacer una orientación integral al producto resulta inviable dada la organización actual y las costosas desventajas que presenta frente a los escasos puntos fuertes.

Sin embargo en la línea de vidrios, la línea de más complejo estudio, se observa que las diferentes zonas están muy separadas entre ellas y que existen numerosos procesos necesarios, además de las ineficiencias que éstos presentan. Esto hace necesario el uso de 3 operarios, lo que provoca que aunque se cambiara el layout de esta línea de forma que los procesos estuvieran más próximos entre ellos, seguiría siendo complicado la optimización de la producción.

A lo largo de este apartado se estudiarán las ineficiencias que presenta esta línea de forma que, tras su eliminación, se conseguiría que el Layout propuesto redujera el número de operaciones necesarias y facilitaría el trabajo de los operarios.

Se observa que este nuevo Layout deja mucho espacio vacío en la nave, actualmente ocupado por maquinaria obsoleta que se está sacando de la planta. Aunque visualmente puede parecer un mal aprovechamiento del espacio, es preferible optimizar el espacio útil a ocupar toda la nave si eso provoca la necesidad de mayor número de operarios.

Echando un rápido vistazo al plano se observa que el operario de la zona de llenado (color verde) debe recorrer unas grandes distancias para poder llevar a cabo todas sus tareas, lo cual no le permite llevarlas a cabo cómodamente. La nueva distribución permitiría que el operario de empaquetado (color rojo) llevara a cabo las operaciones en la jaula de vidrios vacíos si las medidas tomadas producen los resultados correctos.



*Imagen 5.1: Modificación del Layout en la línea de vidrio. Aunque aplicando este único cambio no supone una gran mejora por las ineficiencias existentes, su correcta resolución permitirá la eliminación de la necesidad de al menos un operario haciendo los espacios recorridos además menores*

## 5.2 BUSCANDO EL FLUJO CONTINUO Y LA REDUCCIÓN DE TEMPOS DE ESPERA ENTRE PROCESOS

Tal y como se ha comentado anteriormente, la preparación y cocinado del producto no se lleva a cabo según el ideal de flujo continuo tan defendido por el Lean Management. ¿Quiere decir esto que habría que esforzarse en buscar medidas para transformarlo en ello? Nada más alejado de la realidad, las características propias de la producción hacen absurdo buscar en esta opción ninguna solución.

¿Qué es lo que se hace actualmente? El proceso llevado a cabo por cada uno de ellos está basado en la demanda prevista por las líneas posteriores. Los operarios de las líneas son conocedores de las cantidades que se van a producir a diario y su misión es producirlo lo antes posible en un sistema claramente push. Los operarios de preparación que comienzan su jornada a las 4:30 preparan vagonetes que se acumulan bajo la zona de cocinado hasta que se

han preparado todas las vagonetas necesarias, o hasta que se acaban y es necesario esperar para preparar mas.

El caso del cocinado es muy similar, sólo que al estar más limitado por la capacidad de la bañera el operario de cocinado no puede preparar todo el producto para acabar antes. Normalmente comienza un nuevo cocinado tras cada descarga y si cuando termina no hay todavía suficiente espacio en la bañera, el producto se mantiene más tiempo en la bola. Cómo se verá más adelante existen diversos motivos por los que controlar el tiempo necesario para llenar el producto equivalente a la tonelada y media de la bola depende de muchos factores y no es fácil de controlar sin la realización de un pequeño estudio. Un mayor control de los tiempos de producción, como se estudiará más adelante, podría permitir una predicción más precisa de las necesidades de forma que se conseguiría una importante reducción del tiempo que el producto espera en la vagoneta o en la bola.

Se observa que estos procesos no son fácilmente aplicables al flujo, ¿cuál sería por tanto la opción más adecuada? Ésta parece la búsqueda de la relación entre el mantenimiento de inventario y el uso de un sistema pull. Para el primer caso una solución muy sencilla sería trabajar para tener una sola vagoneta esperando y cuando esta se utilizara para comenzar el cocinado preparar una nueva. La preparación del producto es un proceso rápido en el que se introduce la cantidad adecuada de cada materia prima en la vagoneta. Una vez que todos los productos han llegado de los proveedores y están preparados para su uso, se trata de un proceso rápido que en ningún momento excede en tiempo al proceso de cocinado.

Tal y como se ha comentado anteriormente, tras el comienzo de las líneas de llenado, el proceso sigue una producción en flujo continuo. En el caso de las porciones resulta altamente complicado e ineficiente que el flujo continuo sea de porciones unitarias por lo que en este caso nos enfrentamos a una producción en flujo continuo de una pequeña cantidad de porciones que se procesan de forma simultánea. Esto que parece que se aleja del ideal del flujo continuo, pero se puede ver también como una etapa del proceso en la que se llevan a cabo diferentes acciones de forma simultánea, más aún si se tiene en cuenta que no existen tiempos de espera derivados de este proceso. El principal problema sería la imposibilidad de realizar un control visual sencillo sobre cada uno de los productos.

## 5.3 REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE ESPERA DE LOS PRODUCTOS

El principal problema para garantizar la continuidad de la producción es que no existe un control sobre la producción para evitar la detención de ésta. Se detiene con la existencia de averías, como es normal, el problema es que una detención por avería no es alarmante porque las detenciones de los procesos son muy frecuentes por el tipo de organización existente.

La falta de coordinación entre procesos dependientes es el principal motivo de este gran defecto. La diferencia en las velocidades de los procesos en el afán de terminar todos los procesos lo antes posible causa que en numerosas ocasiones el producto se quede retenido en


enormes cuellos de botella o que el producto se acabe, teniendo que esperar los operarios a la preparación de nuevo producto.

En la siguiente pagina se muestra el cuadro de la empresa en el que se indica la potencia que puede alcanzar cada máquina y la que alcanza para cada formato de producto en especial en función de su diámetro (capacidad de la bandeja de vidrios vacíos) o de si el producto va a ser empaquetado en una caja de 6, 8 o 10 unidades (velocidad de trabajo de la paletizadora)

Se aprecia que las velocidades de llenado y empaquetado son muy diferentes. Si a esto se le añade que los productos necesitan también diferentes tiempos de cocinado en función de sus propiedades intrínsecas, tenemos un sistema con muchas variables en el que es necesario llevar un control para predecir la duración del proceso y si ha habido retrasos donde se ha dado éste.

Como se ha descrito anteriormente las bolas tienen una capacidad equivalente a la mitad de la de la bañera, y éstas varían entre 0.5 y 1.5 toneladas en función de las necesidades de la línea. En función del tipo de producto a llenar y sobre todo en función de cuando la línea de llenado esta lista, el llenado empieza cuando la bañera contiene producto para 1 o 2 descargas. Los principales problemas de esta forma de trabajo es que como no existe control de cuando debe empezar exactamente la producción, no existe un control claro sobre tiempo empleado por el operario para poner a punto la línea, y al no haber un control preciso sobre la relación de velocidades en el proceso de llenado y de cocinado habrá numerosas ocasiones en las que el operario de cocinado deberá esperar a que la bañera esté más vacía para realizar una nueva descarga y lo que es peor aún, la línea de llenado se parará porque no se ha producido suficiente producto o la llenadora ha procesado producto más rápido de lo que se ha podido preparar

Cada línea tiene sus propios problemas y resolverlos de forma general no es de gran ayuda, por lo que se dejará para más adelante las resoluciones específicas

		Comparacion potencia - eficacia de produccion Mühlhäuser GmbH	
		Potencia u./ min	Eficacia u./ min
<b>Línea de vidrio</b>			
Preparacion vidrios vacíos	General	300	300
	450g		235
Llenado	Caja 6 u.	300	200
	Caja 8 u.	300	250
	Caja 10 u.	300	280
Pasteurizador	General	300	300
	450g		260
Etiquetadora	nueva	250	160
	vieja	300	190
			250
Ensamblador caja	Caja 6 u.	192	150
	Caja 8 u.	256	180
	Caja 10 u.	320	250
Empaquetadora	Caja 6 u.	162	160
	Caja 8 u.	216	180
	Caja 10 u.	270	250
Plastificadora		170	150
Empaletadora	Caja 6 u.	150	150
	Caja 8 u.	180	180
	Caja 10 u.	260	250
<b>Porciones Plástico</b>	4,8 Cajas / min		4,6 Cajas / min
<b>Cubos</b>	5		4
<b>Porciones Aluminio</b>	3,5 Cajas / min		3,6 Cajas / min
<b>Cuello de botella</b>	Caja 6 u.	Plastificadora, Empaletadora, Empaquetadora	
	Caja 8 u.	Preparacion de vidrios vacios, Empaletadora	
	Caja 10 u.		
M.Henschel			04/04/2011

*Imagen 5.2: Velocidades de proceso máximas teóricas (Potencia) y velocidades máxima real (Eficacia) según el formato de vidrio procesado. La segunda velocidad es en ocasiones menor si este proceso depende directamente de otro de menor velocidad de proceso*

A partir del cuadro anterior se conocen los tiempos de proceso en el llenado y empaquetado. Se aprecia que dichos tiempos dependen del formato del recipiente y de cómo se agruparán posteriormente los productos. Estos datos son obtenidos de la base de datos de la empresa y son los enviados a la empresa matriz en España para que ésta conozca la eficiencia de producción. Sin embargo estos datos no dicen nada de la parte de cocinado y preparado, y en la empresa se carecen de datos que proporcionen dicha información. Dada su forma de producción es información irrelevante y sin utilidad. Sin embargo existe información de los tiempos de permanencia en la bola para cada descarga que se usa en calidad por si hay alguna incidencia. Recogiendo los datos del último año de producción se puede realizar una lista con los tiempos necesarios para realizar la descarga de todos los productos. Ciertamente es que para la elaboración de la lista se han descartado valores alejados de la media, ya que como se anunciaba anteriormente, en numerosas ocasiones se comienza el cocinado del producto no siendo posteriormente posible su descarga por exceso de producto en la bañera. El proceso de cocinado no es un proceso difícilmente estandarizable, pero imposible con las medidas actuales. Para el aprovechamiento del concentrado es necesario el uso de agua y ésta actualmente se utiliza indiscriminadamente a criterio del operario. A mayor cantidad de agua en la mezcla, la medida seca inicial del producto será más desfavorable y deberá permanecer mayor tiempo en el vacío. Además el poco control existente sobre la acidez de la fruta, provoca la pérdida de tiempo durante su estancia en la bola para decidir la cantidad de ácido cítrico a añadir. A pesar de estos problemas, los tiempos están bastante definidos, y el principal problema que conlleva es la continua observación por parte de los operarios que el producto se encuentra bajo las condiciones deseadas.

Así, tras el estudio de los documentos de calidad se puede llegar a la conclusión de que los tiempos necesarios para el cocinado de cada producto son los que se muestran en las siguientes tablas.

Se aprecia que los tiempos son muy diferentes para cada producto, eso es debido a las diferencias en la acidez y consistencia de las diferentes frutas. Los cuales, previo estudio por parte del laboratorio de calidad, se definen para tener las mejores características posibles. Una vez que ya se dispone de las tablas, con unos simples cálculos es posible predecir cuándo es necesario empezar la producción y la velocidad a la que deben funcionar las máquinas para asegurar el producto en la línea en todo momento. Como cada línea tiene un funcionamiento diferente, se estudiaría la forma más eficiente de trabajo en los subapartados correspondientes a cada línea,



Producto	Vidrio	Tiempo / descarga
<b>Confitura</b>		
Albaricoque		41, min
Albaricoque bajo en calorías		34, min
Arándano		29, min
Arándano rojo		41, min
Cereza		42, min
Cereza bajo en calorías		28, min
Escaramujo		32, min
Frambuesa		34, min
Frambuesa bajo en calorías		31, min
Fresa		41, min
Fresa bajo en calorías		29, min
Frutas del bosque		42, min
Frutas exóticas		24, min
Grosella		24, min
Grosella bajo en calorías		26, min
Guinda		36, min
Manzana		24, min
Melocotón-Maracuyá bajo en calorías		37, min
Mora		35, min
Saúco		35, min
Sémola		27, min
<b>Mermelada</b>		
Naranja		35, min
<b>Jalea</b>		
Cualquier aroma		29, min

Producto	Plástico	Tiempo / descarga
<b>Confitura</b>		
Albaricoque		35, min
Albaricoque Bio		55, min
Cereza		34, min
Cereza Bio		49, min
Frambuesa - Grosella bajo en calorías		36, min
Fresa		44, min
Fresa bajo en calorías		32, min
Fresa Bio		50, min
Frutas del bosque		45, min
Grosella		32, min
Melocotón-Maracuyá		36, min
Melocotón-Maracuyá bajo en calorías		34, min
Multifruta		35, min
<b>Crema de Ciruela</b>		
Normal		32, min
Bajo en calorías		25, min

Producto	Cubos	Tiempo / descarga
<b>Confitura</b>		
Albaricoque		33, min
Cereza		41, min
Frambuesa		29, min
Frambuesa - Grosellas		31, min
Fresa		52, min
Fresa - Fruta roja		36, min
Fresa - Manzana		29, min
Fresa ligero		39, min
Frutas del bosque		42, min
Manzana - Fruta amarilla		27, min
Melocotón-Maracuyá		44, min
Multifruta		31, min
Piña		29, min
<b>Crema de Ciruela</b>		
Normal		45, min

Producto	Aluminio	Tiempo / descarga
<b>Confitura</b>		
Albaricoque		38, min
Albaricoque bajo en calorías		31, min
Fresa		37, min
Fresa bajo en calorías		32, min
Arándano		30, min
Frambuesa		38, min
Frambuesa bajo en calorías		35, min
Kiwi - Grosella bajo en calorías		30, min
Melocotón		45, min
Melocotón-Maracuyá bajo en calorías		38, min
Productos para diabéticos		54, min
Cereza		37, min
Cereza bajo en calorías		33, min
Grosella		25, min
Cereza negra bajo en calorías		42, min
Cereza negra		35, min
Frutas del bosque		35, min
Frutas del bosque bajo en calorías		33, min
<b>Mermelada</b>		
Naranja		25, min
<b>Crema de Ciruela</b>		
Bajo en calorías		29, min

*Imagen 5.3: Tiempos de cocinado para las líneas de vidrio, cubos, porciones de plástico y aluminio*

## 5.4 PROBLEMAS CON LA INFORMACIÓN ACTUAL DE PRODUCCIÓN

### 5.4.1 INTRODUCCIÓN

Con mucha frecuencia no hay información suficiente o correcta para conocer dónde está el origen del problema: Llenado empieza después de que se haya descargado 3 veces la bola (lo cual es imposible por las limitaciones de la bañera a 2 descargas simultáneas), el tiempo de descarga es muy superior al estimado y no existe ningún motivo que lo justifique, el tiempo de cocinado se aleja mucho de la media, el tiempo entre 2 cocinados simultáneos es muy elevado...

El cocinado puede durar en exceso porque la calidad del producto no es la adecuada para su descarga y debe realizarse algún reproceso o porque éste se hace tan rápido que cuando se pretende descargar el producto todavía está la bañera muy llena y no hay espacio. No existe prácticamente ningún control al respecto, sólo el criterio del operario. Los formularios de reparación y las hojas de datos de cocinado no tienen suficiente información para conocer las ineficiencias en el origen de la producción, que se trata precisamente del cocinado. El operario de cocinado debería escribir en los formularios de cocinado el motivo de los retrasos.

### 5.4.2 MODIFICACIÓN DE LAS HOJAS DE COCINADO

La información presente en dicho documento no es demasiado precisa. Existen procesos que normalmente se suceden de forma simultánea (el fin del primero implica el comienzo del segundo), pero que si existen problemas en procesos posteriores el tiempo entre ambos procesos será considerable. Una ligera modificación de las notas de los operarios permitiría indicar de manera inmediata si el problema está en el cocinado o más adelante.

Información actual	Información completada
Comienzo cocinado	Comienzo cocinado
	Fin del vacío
Adición de pectina	Adición de pectina
Fin calentamiento	Fin de Pasteurización
	Producto terminado
Descarga	Descarga

Además de ello, los operarios de dicho sector comienzan la producción cuándo les es posible, sin ningún control sobre la hora de comienzo y menos aún de la del final, por lo que no es posible conocer la hora real de comienzo. Si el comienzo de todos los sectores estuviera previamente estimado sería posible controlar los tiempos reales y los motivos por los que el inicio de la producción no ha sido puntual


#### 4.4.3 MODIFICACIÓN DE LOS FORMULARIOS DE REPARACIÓN

La tabla a continuación mostrada, es una copia de la tabla que usan los operarios de la fábrica para anotar los fallos a los que deben enfrentarse. Existen 6 tablas diferentes para cada línea de producción (recordemos que la línea de vidrio funciona como 3 líneas diferentes interrelacionadas). Así tendremos 1 tabla para la línea de cubos, porciones de aluminio y porciones de plástico y 3 para la línea de vidrios.

El buen estudio de las tablas resulta una tarea costosa, por la poca exactitud con la que los problemas son anotados. Los operarios deben ocuparse de resolver los problemas lo más rápido posible, controlar con la ayuda de los relojes analógicos la hora de inicio y fin de la avería y anotar el origen del fallo, aportando información adicional que ayude a conocer mejor el origen del problema para su posterior solución.

El resultado de todas estas complicaciones es que en numerosas ocasiones los tiempos están mal anotados, además de desconocer el motivo real de la avería, teniendo información únicamente el lugar en el que ésta se ha originado.

Tras hacer un estudio de todos los formularios y tras haber observado el funcionamiento de los procesos, es posible llevar a cabo unas ligeras modificaciones respecto al formulario original, de forma que estos sean más sencillos, intuitivos y precisos. Un ejemplo de los nuevos formularios desarrollados se muestra en la página siguiente al ejemplo de formularios usados actualmente. En ellos además de añadirse nuevos procesos, origen también de los fallos, se anotan las 3 medidas más comúnmente tomadas, que son la retirada de un producto atascado, la retirada de vidrios rotos y limpieza y la reparación de maquinaria. El cuadro de anotación se mantiene para que el operario añada lo que crea relevante. Además se ha añadido un pequeño cuadro en la parte inferior donde el operario podrá marcar que tiene comentarios y sugerencias escritas en la parte posterior del folio. Esto facilita que los operarios, que muchas veces puede que no estén seguros de comentar sus opiniones a los superiores puedan hacer aquí las anotaciones pertinentes, además de darles confianza al mostrar que su opinión es importante.

 <div>Parada no planeada superior a 1 minuto</div>										<b>Anlage:</b> Abfüllung Glas		
<div>Hora de inicio</div> <b>Anfang/ Von (Uhrzeit)</b>	<div>Hora de fin</div> <b>Ende / Bis (Uhrzeit)</b>	<b>ungeplante Stillstandszeit ab 1min</b>								<div>Motivo de reparación</div> <b>Reparaturgrund/sonstige</b>	<div>Zona</div>	<div>Firma del mecánico tras reparación o cambio de utillaje</div> <b>Freigabe nach Reparatur und bei Umbau von Technik</b>
		fehlendes Material/Produkt	Leerglasabräumer	Glaswender/Ausblasmaschine	Hema	Deckelmaschine	Vakuumprüfgerät	Deckelelevator	Umbau			
<div>Firma del operario encargado</div>										<div>Fecha</div>		
<b>Unterschrift Anlagenführer:</b>										<b>Datum:</b>		



Origen de la parada



Anlage: Abfüllung Glas

Anfang/ Von (Uhrzeit)	Ende / Bis (Uhrzeit)	Source vom Stillstandszeit												Maße				Freigabe nach Reparatur und bei Umbau von Technik	
		fehlendes Produkt	fehlendes Material	Pumpe von Wanne	Leerglasbräumer	Glaswender/Ausblasmaschine	Hema	Deckelmaschine	Deckelelevator	Vakuumprüfgerät	Pasteur	Hintervorgang	Umbau	Reinigung	Manuelle Weggenommen	Reparatur / Einstellungen	Medidas		Anotaciones

Unterschrift Anlagenführer:

Datum:

Kommentaren und Vorschlägen werden willkommen

Ankreuzen Sie das Karree auf die Linke und schreiben Sie auf die Kehrseite des Blattes



*Imagen 5.4 (Página 68): Formulario de reparación utilizado actualmente por la empresa*

*Imagen 5.5 (Página 69): Formulario de reparación propuesto para mejor control de ineficiencias*

Por no comparar todas las hojas originales con las hojas con las modificaciones implantadas, y puesto que ya se tiene una referencia de las nuevas hojas, me limitaré únicamente a poner los datos que aparecen reflejados en las hojas actuales en comparación con aquellos que deberían ir para poder establecer una información más fiable.

línea: <b>Vidrio (Llenado)</b>	
Modelo anterior	Modelo propuesto
Falta de material / producto	Falta de material
Jaula de vidrios vacíos	Falta de producto
Máquina de soplado de aire	Bombeo del producto
Hema (Llenadora)	Jaula de vidrios vacios
Máquina de colocación de tapas	Máquina de soplado de aire
Dispositivo detector de vacío	Hema
Elevador de tapas	Máquina de colocación de tapas
Cambios de utillaje	Elevador de tapas
	Dispositivo detector de vacío
	Pasteurizador
	Proceso Posterior
	Cambios de utillaje

línea: <b>Vidrio (Etiquetado)</b>		
Modelo anterior	Modelo propuesto	
Falta de material / producto	Falta de material	
Etiqueta superior	Falta de producto	
Codificación	Etiqueta errónea	
Etiquetadora	Etiquetadora E62_ E70_	Codificación
Dispositivo detector de vacío		Rotura de vidrio
Cambios de utillaje		Etiquetas en cilindro de cola
		Cola sucia
		Mal pegada
		Etiqueta principal
		Etiqueta trasera
		Etiqueta superior
	Proceso posterior	
	Cambio de utillaje / etiquetas	



línea: <b>Vidrio (Empaquetado)</b>		
Modelo anterior	Modelo propuesto	
Falta de material / producto	Falta de material	
Ensamblador de cajas	Falta de producto	
Empaquetadora	Material erróneo	
Peso	Ensambladora de cajas	
Codificación	Empaquetadora	Sist. de agarre
Plastificadora		Sist. de ventosa
Paletizadora	Peso	
Cambios de utillaje	Codificación	
	Plastificadora	Entrada
		Fallo plastificación
		Salida
	Paletizadora	Entrada
		Robot
		Tren de salida
	Cambio de utillaje / material	

línea: <b>Porciones de plástico</b>		
Modelo anterior	Modelo propuesto	
Falta de material / producto	Falta de material	
Entrada lamina inferior	Falta de producto	
Entrada lamina superior	Entrada lamina inferior	
Sellado	Entrada lamina superior	
Cortado	Mecanismo principal	
Transporte porciones	Prensa	
Empaquetado	Llenado	
Etiquetado / Codificado	Sellado	
	Cortado	
	Bandeja de salida defectuosas	
	Transporte porciones	
	Empaquetado	
	Etiquetado / Codificado	
	Máquina ensambladora	
	Cambio de utillaje / Nuevo producto o material	

línea: <b>Cubos</b>	
Modelo anterior	Modelo propuesto
Falta de material / producto	Falta de material
Llenadora	Falta de producto
Sellado	Llenadora
Etiquetado	Sellado
Codificado	Etiquetado
Detector de metales	Codificado
Cambios de utillaje	Detector de metales
	Cambios de utillaje

línea: <b>Porciones de aluminio</b>		
Modelo anterior	Modelo propuesto	
Falta de material / producto	Falta de material	
Llenadora	Falta de producto	
Sellado	Máquina E	Entrada porciones
Empaquetado		Estampado
Etiquetado		Llenado
Codificado		Lamina superior
Cambio de utillajes		Sellado
	Máquina F	Entrada porciones
		Estampado
		Llenado
		Lamina superior
		Sellado
	Empaquetado	
	Etiquetado / Codificado	
	Cambio de utillajes	

*Imagen 5.6: Comparativas para cada línea entre los puntos de estudio actuales y los propuestos para el mejor control de ineficiencias*

#### **5.4.4 SUSTITUCIÓN DE RELOJES ANALÓGICOS POR RELOJES DIGITALES**

Los tiempos actualmente anotados no son precisos. Para apuntar dichos tiempos los operarios hacen uso de un reloj analógico de pared. El uso de dicho reloj aumenta la inexactitud de los tiempos anotados, ya que escriben tiempos estimados, en los que, por la rapidez con la que deben anotar estos valores para no perder tiempo en la producción, corren un elevado riesgo de confusión por no tratarse de un dispositivo sin margen de error. El uso de relojes digitales facilitaría el proceso al tratarse de un método más preciso e intuitivo

### **5.5 MEJORAS EN LA LÍNEA DE VIDRIO**

Para el análisis de mejora de la producción dentro de las líneas de llenado, etiquetado y empaquetado e incluso en su relación con el proceso previo de cocinado consideraremos la existencia de 2 tipos de ineficiencias: Principales ineficiencias originadas por el planteamiento de la producción e ineficiencias por mal procesamiento del producto

Gracias a los formularios de reparación implantados en diciembre es posible conocer cuánto tiempo se ha perdido teniendo la línea parada por avería o ausencia de producto y en qué zonas ha habido esos fallos para saber dónde es más necesario buscar la mejor eficiencia del proceso. Cómo se puede prever habrá fallos que requerirán más tiempo de resolver y otros que requerirán menor tiempo. Sin embargo estos también se pueden estudiar por la frecuencia que aparecen, ya que aunque existan fallos que, por su elevada rapidez de resolución parecen menos importantes, su elevada frecuencia hace que el tiempo total perdido sea también considerable.

Previo a la propuesta de mejoras en la línea se van a mostrar el resumen de los fallos ocurridos desde la implantación de los formularios en Diciembre de 2010 a Junio de 2011. A continuación se muestra las tablas donde se muestra la información recogida por los operarios acompañados por unos gráficos en los que se representa la importancia de cada fallo con respecto al resto

Llenado de vidrio	Duración	Frecuencia
Falta de Producto	19:52	53
Falta de Material	0:00	0
Bomba	1:00	2
Jaula de Vidrios vacíos	4:40	12
Soplador de aire	0:15	1
Hema	4:30	8
Máquina de tapas	8:03	24
Detector de vacío	0:00	0
Elevador de tapas	2:39	8
Pasteurizador	1:45	2
Proceso posterior	5:31	10
Cambio de utillajes	17:55	28
Otro motivo	1:45	3
<b>TOTAL</b>	<b>67:55</b>	<b>151</b>
<b>FALLOS DE LA LINEA</b>	<b>42:32</b>	<b>88</b>

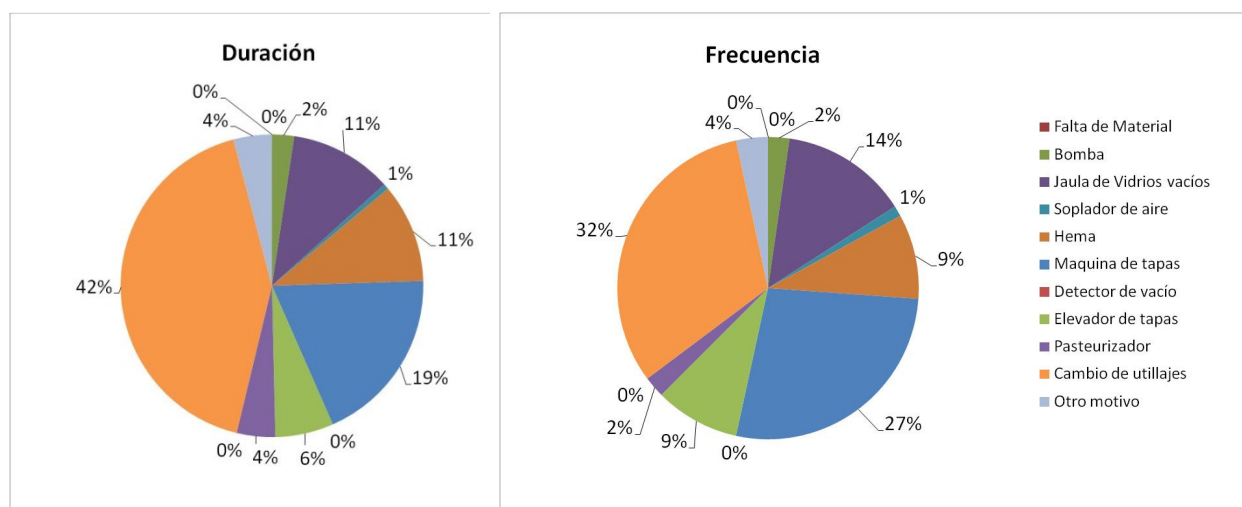


Imagen 5.7: Gráficos de la línea de llenado de vidrio

Etiquetado de vidrio	Duración	Frecuencia
Falta de Producto	23:34	47
Falta de Material	0:00	0
E62 Etiqueta superior	0:00	0
E62 Codificación	0:45	4
E62 Etiquetadora	1:25	3
E62 Rotura de vidrio	0:00	0
E70 Etiqueta superior	12:07	26
E70 Codificación	4:35	9
E70 Etiquetadora superior	39:24	51
E70 Rotura de vidrio	2:50	6
Detector de vacío	0:00	0
Proceso posterior	10:05	25
Cambio utillaje / Material	10:50	11
<b>TOTAL</b>	<b>105:35</b>	<b>182</b>
<b>FALLOS DE LA LINEA</b>	<b>71:56</b>	<b>110</b>

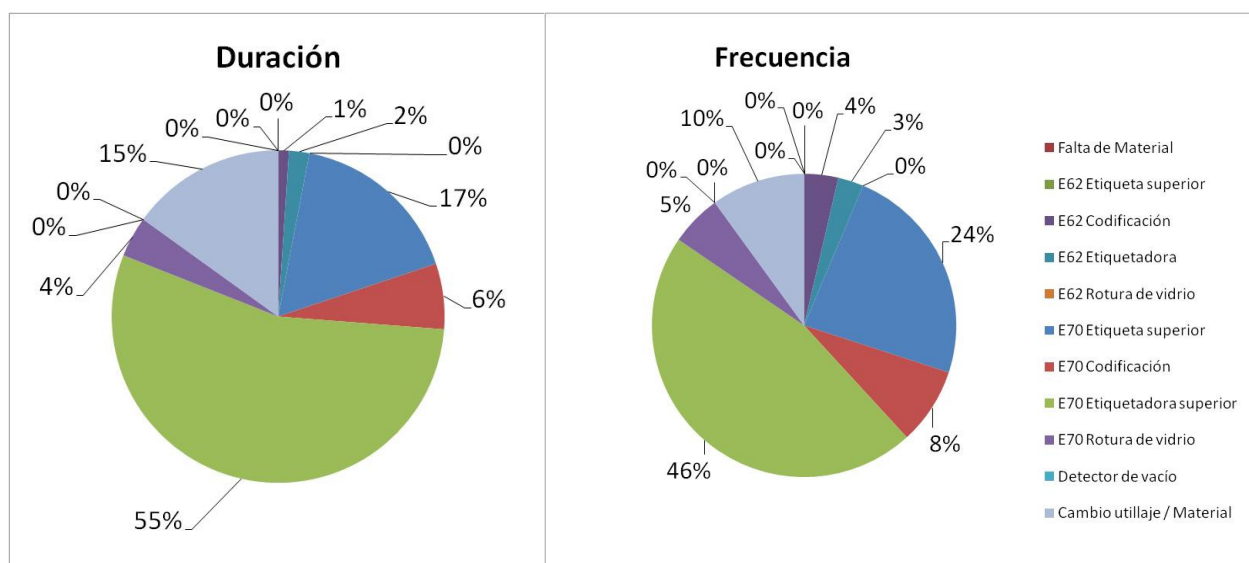


Imagen 5.8: Gráficos de la línea de etiquetado de vidrio

<b>Empaquetad de vidrio</b>	<b>Duración</b>	<b>Frecuencia</b>
Falta de Producto	60:13	112
Falta de Material	0:00	0
Ensambladora de cajas	0:20	1
Empaquetadora	5:12	15
Peso	0:00	0
Codificación	2:23	6
Plastificadora	2:40	4
Paletizadora	6:23	11
Cambio de utillajes	6:10	6
<b>TOTAL</b>	<b>83:21</b>	<b>155</b>
<b>FALLOS DE LA LINEA</b>	<b>23:08</b>	<b>43</b>

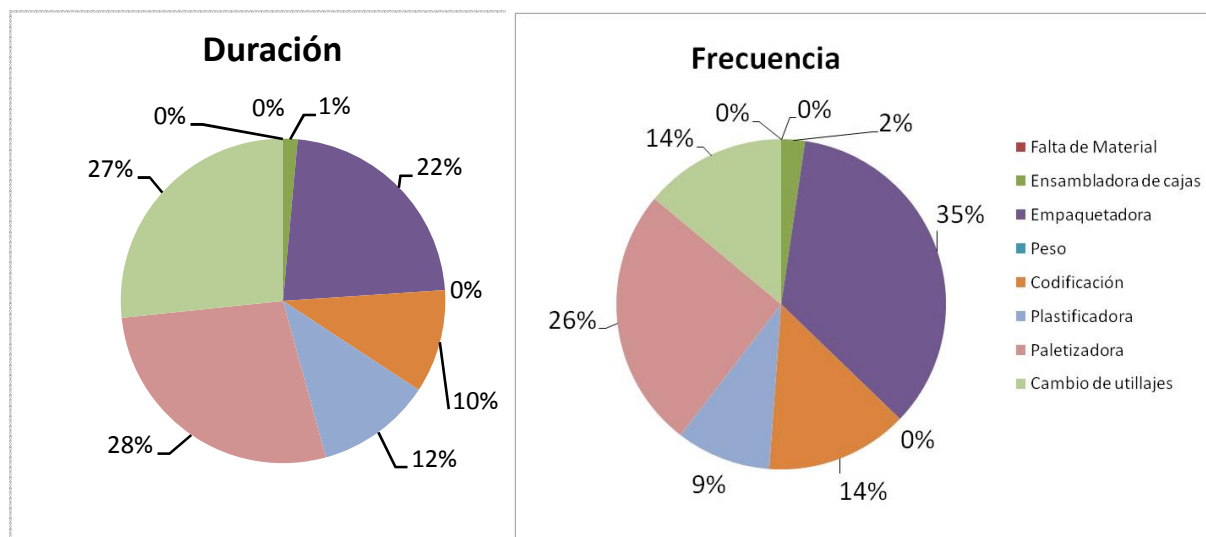


Imagen 5.9: Gráficos de la línea de empaquetado de vidrio

Estos fallos, cómo se ha comentado previamente, corresponden a los tomados por los operarios. Estos a la hora de apuntar se centran principalmente en los fallos de su línea que conllevan gran consumo de tiempo para su resolución, pero no reflejan las pequeñas ineficiencias que requieren de una solución rápida o, a veces, los fallos importantes de líneas anexas que imposibilitan el funcionamiento de su línea. Además los tiempos son tomados con la referencia de los relojes analógicos situados en las paredes de la fábrica, lo que produce que los tiempos sean estimados, al igual que las duraciones.

Durante 3 semanas me centré en permanecer en la fábrica apuntando todas las ineficiencias que observé, anotando su frecuencia, tiempo real de resolución y los tiempos estimados de duración en aquellos de elevada rapidez de resolución. A continuación muestro, al igual que en el caso anterior, las tablas y las gráficas con los resultados obtenidos. Es fácil



observar que en este caso hay nuevas variables estudiadas y la importancia de los problemas mostrados se ve ligeramente modificada. Además de las diferencias en los resultados comentada, el estudio también tiene otras variantes: se han tenido en cuenta exclusivamente los fallos de la línea y el tiempo de detención se ha medido en minutos y segundos para una mayor exactitud.

Llenado de vidrio	Duración	Frecuencia
Falta de Material	0:00	0
Jaula de vidrios vacíos	102:21	159
Soplador	0:15	2
Hema	16:30	95
Máquina de tapas	26:37	25
Detector de vacío	0:00	0
Elevador de tapas	2:30	1
Pasteurizador	4:18	32
Cambio de utillajes	0:00	0
<b>TOTAL (minutos)</b>	<b>152:31</b>	<b>314</b>
<b>TOTAL (horas)</b>	<b>2:32</b>	<b>314</b>

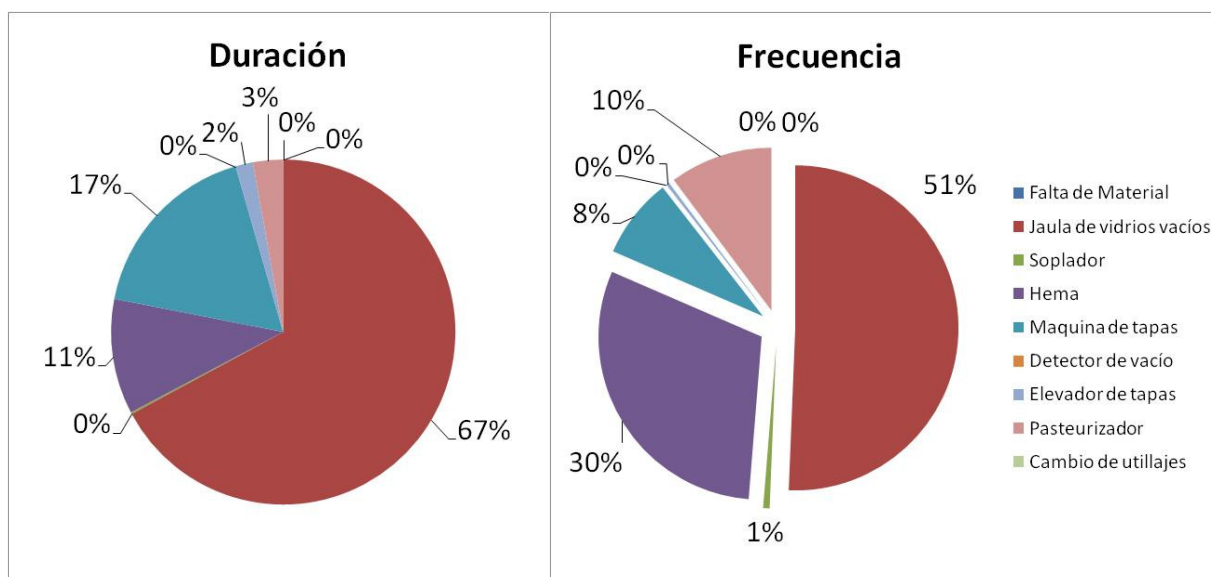


Imagen 5.10: Gráficos de la línea de llenado de vidrio según mis observaciones

Etiquetado de vidrios	Duración	Frecuencia
Falta de Material	4:00	1
Pegatina superior	0:00	0
Codificación	43:10	104
Etiquetadora	141:05	178
Detector de vacío	0:00	0
Cambio de utillajes	14:39	3
<b>TOTAL (minutos)</b>	<b>202:54</b>	<b>286</b>
<b>TOTAL (horas)</b>	<b>3:22</b>	<b>286</b>

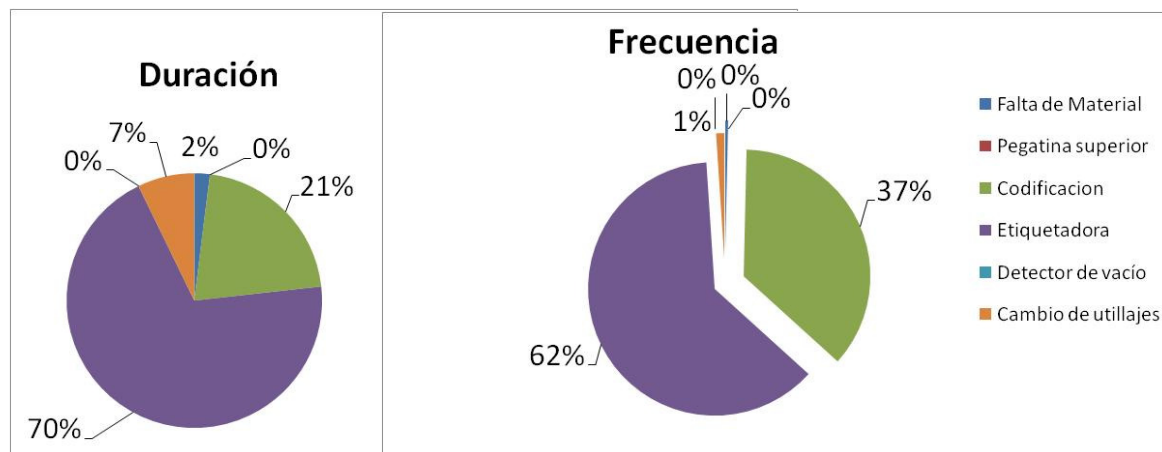


Imagen 5.11: Gráficos de la línea de etiquetado de vidrio según mis observaciones

Empaquetado de vidrios		Duración	Frecuencia
Falta de Material		0:00	0
Ensambladora		22:33	30
Empaquetadora		62:04	32
Peso		0:20	3
Codificado		2:30	0
Plastificadora	Previo	8:01	6
	Entrada	7:17	19
	Interior	0:46	13
	Salida	0:40	19
Paletizadora	Lamina	13:59	8
	Entrada	37:31	13
	Interior	3:23	5
	Salida	28:50	18
Cambio de utillajes			0
<b>TOTAL (minutos)</b>		187:54	166
<b>TOTAL (horas)</b>		3:07	166

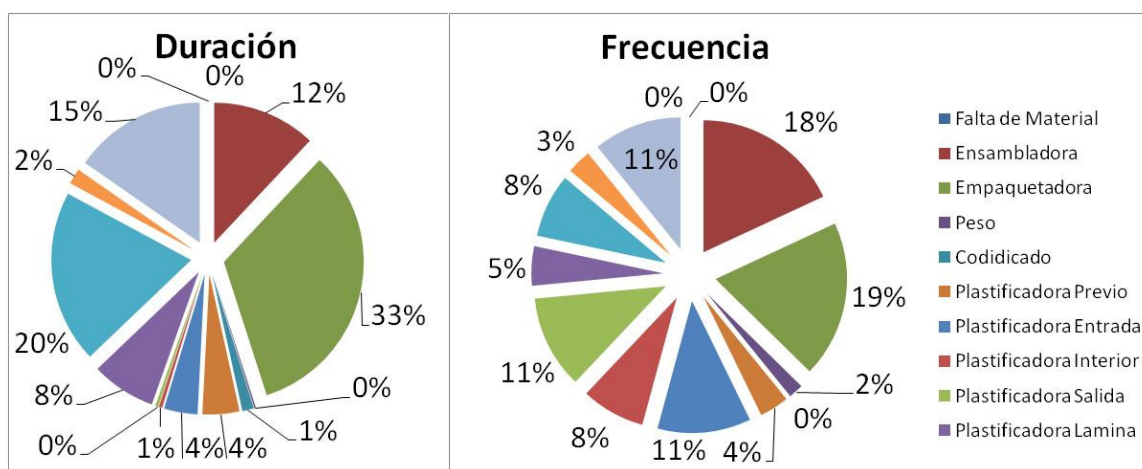


Imagen 5.12: Gráficos de la línea de empaquetado de vidrio según mis observaciones

Se notan considerables diferencias en números aspectos, y estos están basados en la diferencia de los criterios empleados entre los operarios y por mí. Así en el caso del llenado se aprecia la notable diferencia de 12 casos de fallos en 6 meses en la jaula de vidrios vacíos con respecto a los 159 mostrados en mis 3 semanas. La diferencia radica en que mi medida contempla además de los problemas a la hora de introducir las bandejas de vidrios vacíos en la línea los atascos producidos al pasar de tener un cumulo de vidrios que se agolpan en un embudo a una producción en línea. Es frecuente que el operario de la zona deba estar atento a esta zona para separar los vidrios que generen atascos e imposibiliten al resto de vidrios acceder.

Es lógico que el mero hecho de conocer la existencia de ineficiencias y tiempos muertos, implica unos fallos en la producción que conllevan gastos en subsanarlos y en una producción menor de la que podría conseguirse sin problemas.

Sin embargo en el ámbito de la empresa es necesario conocer el coste económico de dichos problemas, en orden para conocer mejor su impacto y la diferencia existente con el coste de las soluciones planteadas para su solución

Los costes de tener las líneas inoperantes ya están estudiados y están basados en la cantidad de producto que no se llega a producir por dichos fallos, siendo la línea de vidrio la que mayor coste unitario tiene por su elevado ratio de producción. El coste que supone cada hora el que no haya producción, sea porque es necesario llevar a cabo algún tipo de mantenimiento sea porque hay falta de producto asciende a 490 Euros/hora

Así el número de horas que esta la línea de vidrios inoperante se muestra en la tabla abajo adjunta.

Horas perdidas en la línea de vidrio			
		hh:mm	Fallos concretos
Llenado	totales	67:55	
Etiquetado	totales	105:35	
	sin fallo previo	82:01	Fallo previo 23:34
	sin fallo E70	54:04	E70 51:31
	Sin ambas	30:30	
Empaquetado	totales	83:21	
	sin fallo previo	23:08	Fallo previo 60:13
Tiempo sin producto final		128:43	

*Imagen 5.13: Tabla con tiempos (horas) no productivos entre Diciembre de 2010 y Junio 2011*

El tiempo total sin producto final se ha considerado como el tiempo en que la línea de empaquetado se encuentra detenida por fallos propios de la línea y el tiempo total que la línea de etiquetado se encuentra fuera de funcionamiento. Al estar etiquetado y empaquetado funcionando a la misma velocidad, en numerosas ocasiones el operario de empaquetado no considera necesario apuntar los fallos previos, aunque obviamente le afectan directamente. En el caso del etiquetado he contado con todos los fallos, ya que por la sobreproducción llevada a cabo en la línea de llenado, la falta de producción en dicha línea no afecta directamente el etiquetado y como resulta importante anotar la ausencia de producto, lo realiza regularmente. Así en 6 meses de producción en los que en la línea de vidrio ha habido casi 129 horas en las que el producto terminado no salía de la línea, el coste supuesto de estas ineficiencias ha resultado de en torno 63 000 Euros.

## **5.5.1 INEFICIENCIAS POR EL PLANTEAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN**

### **5.5.1.1 Falta de compromiso entre las velocidades de cocinado-llenado (Ausencia de producto en la llenadora y sobreproceso en el cocinado)**

Tras la observación de las estadísticas de los tiempos de trabajo se aprecia que existen 2 problemas principales relacionados con la relación cocinado-llenado

- 1) El cocinado es más rápido que el llenado, por lo que producto y operario deben esperar a que se produzca un mayor vaciado de la bañera para seguir circulando (en el caso del primero) y trabajando
- 2) El cocinado es mucho más lento que el llenado, lo que hace frecuente la ausencia de producto en la llenadora

Antes ya ha quedado claro que una producción regular tiene muchas siguientes ventajas, algunas de ellas en este caso articular son:

- Desde el principio hay producto en todas las líneas, por lo que no es necesario comenzar otros procesos para continuar la producción (retroceso de la mesa de acumulación del pasteurizador para introducir los vidrios en la línea) o tener que esperar a que el producto esté listo.
- Las máquinas mantienen la velocidad constante, a excepción de las averías o fallos que son necesarios reparar. No es necesario ralentizar y acelerar continuamente la maquinaria, proceso que supone un mayor consumo de energía.
- Si se toman las paradas debidas a la ausencia de producto como una parte lógica del proceso, la existencia de paradas pierde mucha importancia y las paradas por averías se asumen como un problema más.

- Si se conocen los tiempos esperados de producción es más fácil conocer donde ha habido un retraso y cuál ha sido el motivo de dicho retraso.
- Es necesario para encontrar las mejoras en la producción, ya que este es el principal fallo que hay que encontrar.

El mayor problema del primer caso es que al estar el producto esperando a que se libere el siguiente proceso, este hay que mantenerlo caliente, lo que produce un consumo energético innecesario, además de restar importancia a la organización y control en esta parte.

La principal ineficiencia se da en el segundo caso, ya que repercute en los procesos posteriores y hace la producción elevadamente irregular como se expondrá más adelante y la regularidad de la producción es necesaria para hallar todas las ineficiencias que nos rodean. Más aun con todas las ineficiencias que se producen posteriormente, es necesario reducirlas en la mayor cantidad posible.

Si la velocidad de llenado es mucho mayor que la de cocinado, deja de haber producto en la llenadora, por lo que los vidrios dejan de llenarse. El flujo de vasos que entra el Pasteurizador se detiene, por lo que habrá un momento que dejarán de salir vidrios de éste a la cinta transportadora que los lleva a la etiquetadora. En dicho momento el operario de la línea deberá activar el mecanismo de la mesa de recolección para que esta retroceda y pueda meter los vidrios que antes habían sobrado nuevamente en la cinta y preocuparse continuamente de que haya vidrios en la cinta transportadora, volviendo a asegurarse de hacer retroceder la mesa de recolección cuando vuelvan a salir vidrios y de que la presión generada entre estos no sea muy alta provocando la rotura de estos.



La ausencia de producto en la llenadora también implica el riesgo de que las células de carga de ésta no se llenen correctamente, provocando la existencia de burbujas de aire, que tras el llenado del vidrio generan espuma, además de no llenar éste, provocando el rechazo del producto

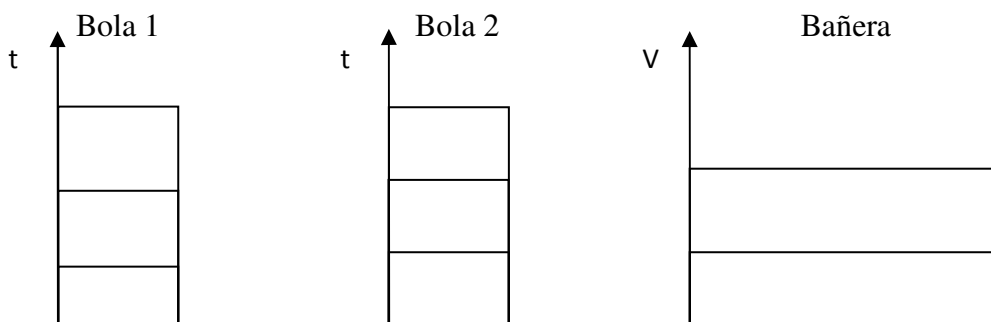
*Imagen 5.14: Vidrio defectuoso por generación de espuma*

Anteriormente la enorme diversidad existente en los tiempos cocinado de productos. Esto complica la estandarización del proceso en la búsqueda de un sistema de velocidades que aplicar en cada proceso de forma que tengamos una producción nivelada y el flujo sea continuo. Sin embargo con un sencillo sistema es posible definir la relación de velocidad entre el llenado y el cocinado y llevarlo a unos valores estandarizados que permitan controlar estos procesos.

Tomando como referencia la cantidad de producto que es posible de almacenar de forma conjunta en una bola, es posible dividir todos los productos en cada uno de estos casos:

- i) Tiempo de cocinado = Tiempo de llenado
- ii) Tiempo de cocinado =  $1,5 * \text{Tiempo de llenado}$
- iii) Tiempo de cocinado =  $2 * \text{Tiempo de llenado}$
- iv) Tiempo de cocinado =  $2,5 * \text{Tiempo de llenado}$

Usando pequeños dibujos como los mostrados abajo es muy fácil entender y simular la evolución de la cantidad de producto en las bolas y en la bañera, de forma que es posible establecer a partir de la velocidad de cocinado, la velocidad a la que debería funcionar la llenadora para que no hubiera ni exceso ni ausencia de producto en la bañera.



Los rectángulos verticales corresponde a cada una de las 2 bolas de cocinado que hay en la línea y el rectángulo horizontal representa la bañera en la que se almacena el producto que se va enviando a la llenadora.

Ambos rectángulos están divididos a su vez en pequeños rectángulos:

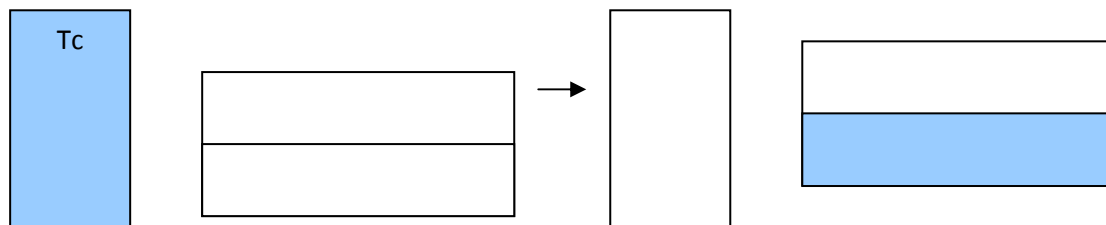
-La bañera: Los cuadros representan la capacidad de la bañera. Está dividida en 2 rectángulos que indican el volumen actual en el que se encuentra. Recordemos que la capacidad de la bañera es del doble que la de la bola, de forma que si el volumen actual de la bañera es el de la mitad de su capacidad o menor el producto de la bola se puede descargar si ya está preparado



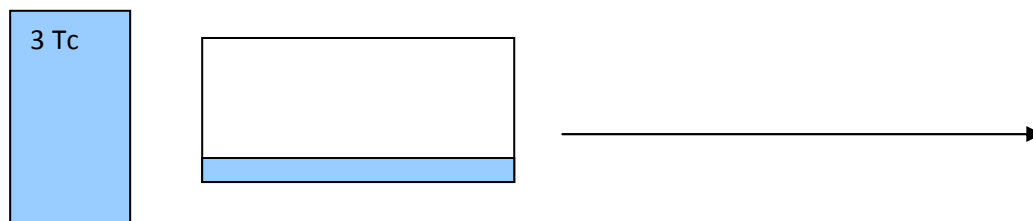
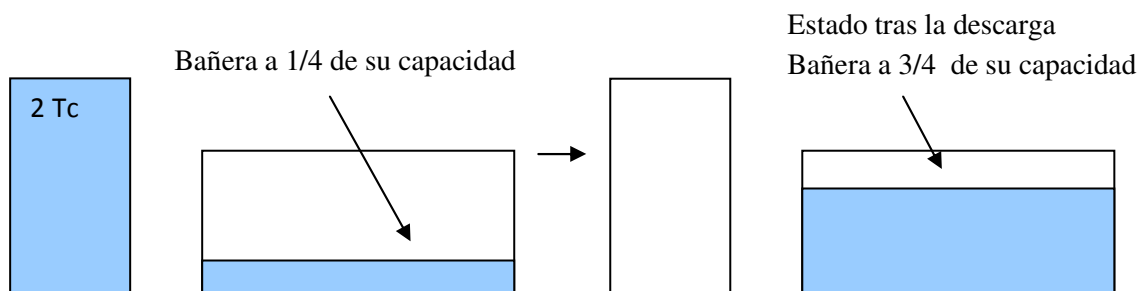
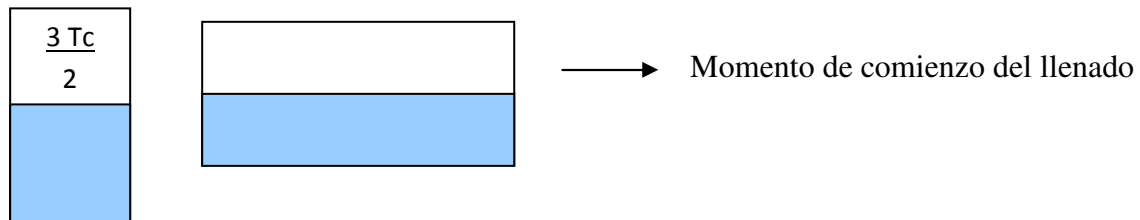
-Las bolas: Representan el tiempo necesario para el producto en estar listo para la descarga. Están divididos en diferente numero de cuadros en función de la relación anteriormente descrita (Tiempo de cocinado/Tiempo de llenado)

El estado de ambas recipientes es directamente proporcional al estar la capacidad de la bola directamente relacionada con la velocidad de llenado, de forma que haciendo el estudio del estado de ambas en función del tiempo es fácil entender el proceso. Para entenderlo mejor explicaré detenidamente el primero de los casos ya mencionados: Tiempo de llenado es igual al tiempo de cocinado

i) Tiempo de cocinado = Tiempo de llenado ( $T_c = T_l$ )



Tras un tiempo  $T_c$  el producto esta listo y se descarga a la bañera, el proceso de llenado podría comenzar pero se espera medio  $T_c$  para asegurar que siempre haya producto.

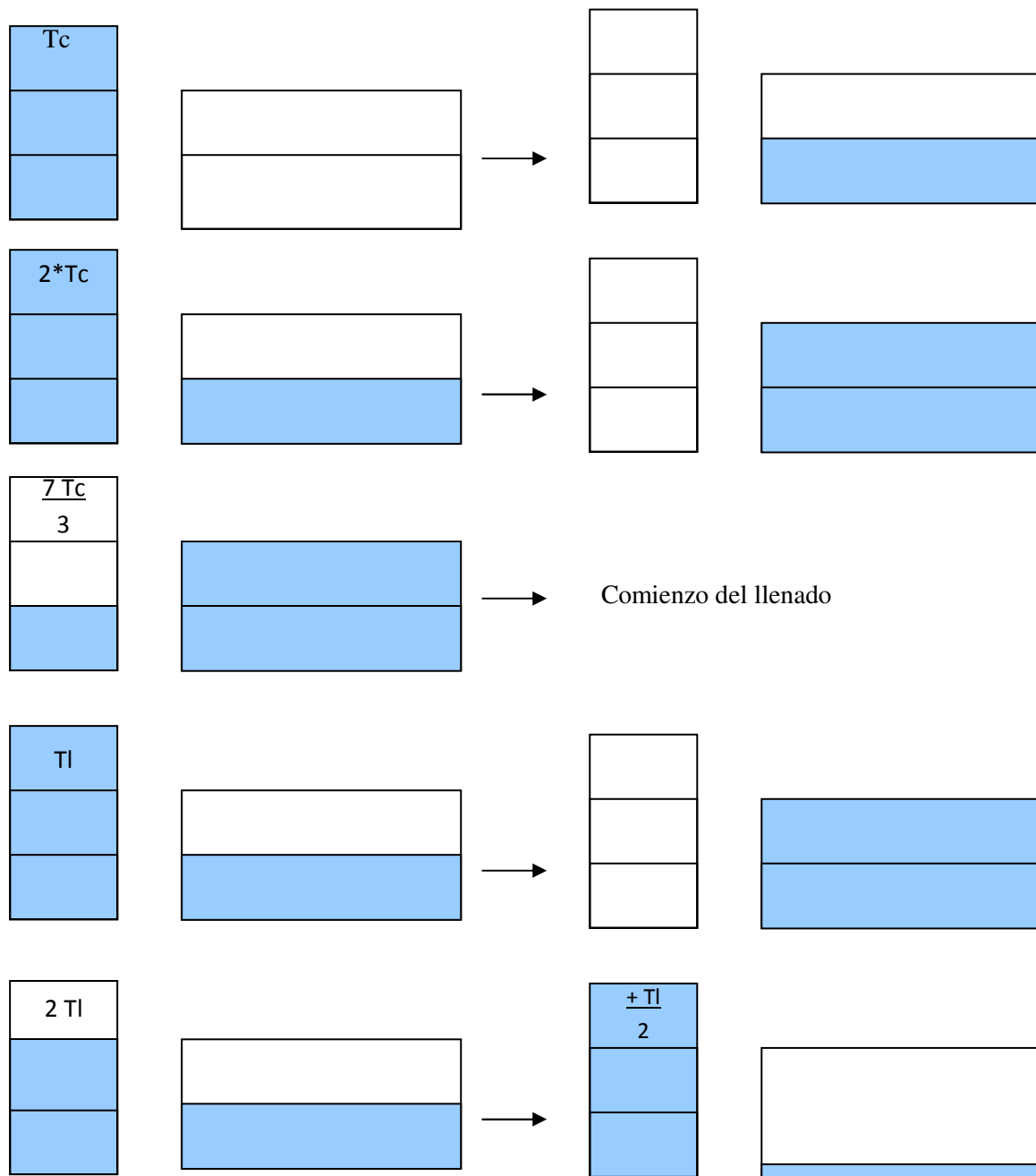


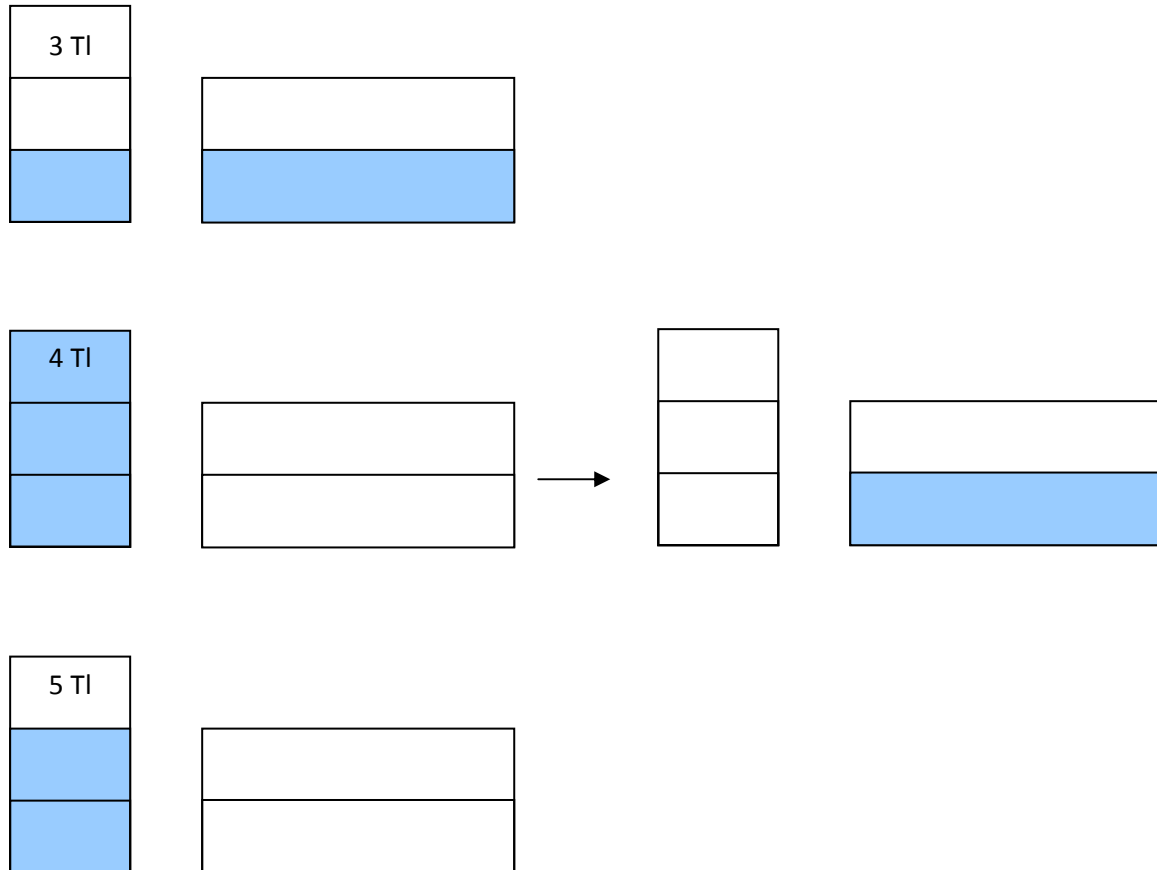
Al comenzar el llenado el volumen de producto en la bañera disminuirá de forma constante de manera que cada tiempo  $n \cdot T_c$  estaremos en una situación en la que el producto de la bola ya está preparado y la bañera esta a un cuarto de su capacidad pudiéndose descargar el producto en ésta.

Entendiendo este ejemplo es más fácil entender el resto, aunque se van a mostrar para ver sus peculiaridades y entender mejor la idea defendida en éste proceso.

ii) Tiempo de cocinado = 1,5 Tiempo de llenado

Opción 1: Uso de 1 Bola



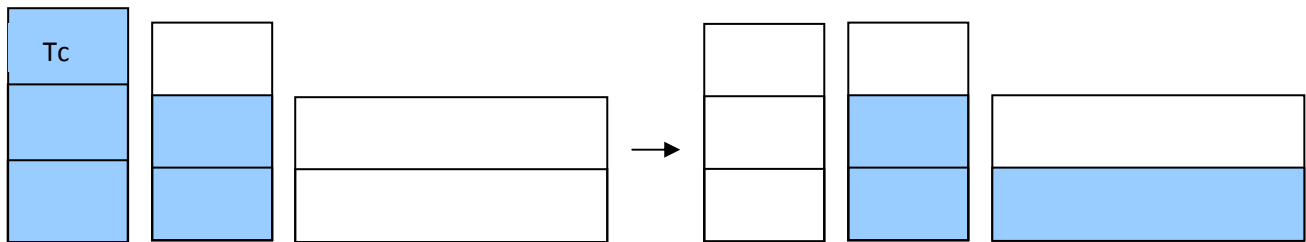


El siguiente llenado comenzará en un tiempo  $((\text{numero de descargas restantes}-5) / 3 * T_c)$  si  $n > 5$

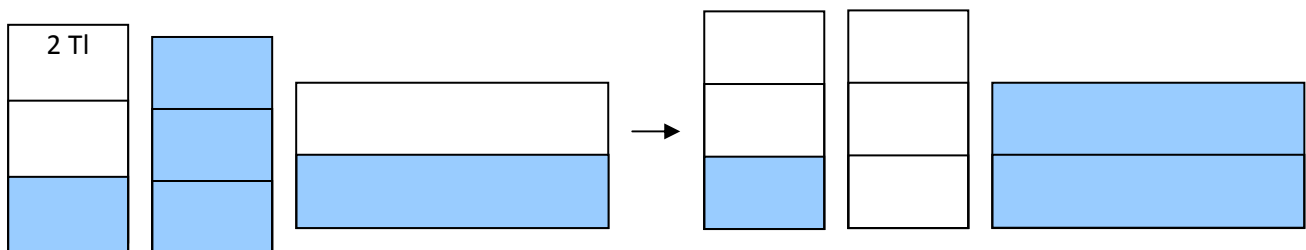
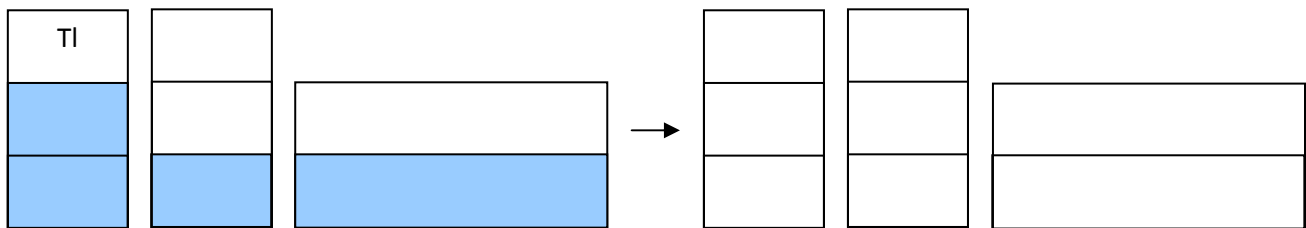
En caso de que el numero de descargas previstas sea mayor de 10 habría que actuar de forma análoga a cómo se ha actuado en este caso tras la decima descarga

Aunque en el uso de una única bola implica tiempos de espera en la zona de llenado si la producción esperada es mayor de 5 descargas, el uso de 2 bolas no es siempre la mejor opción. En función de las velocidades de cocinado y producción y el número de descargas, el uso de 2 bolas sí que permitiría una producción continua en la zona de llenado, pero el tiempo final de producción (empaquetado) no tendría por qué verse afectado, haciendo que el tiempo estimado de inicio del siguiente producto idéntico, lo cual provocaría que el operario de llenado tuviera que esperar igualmente. En la zona de cocinado el operario trabajaría más rápido para, posteriormente estar una elevada cantidad de tiempo esperando a lanzar el siguiente producto, además de que se daría un mayor consumo energético al tener que usar simultáneamente 2 mezcladores y 2 bolas, teniendo que estar en numerosas ocasiones haciendo la función de contenedor de producto al no ser posible hacer las descargas por falta de espacio.

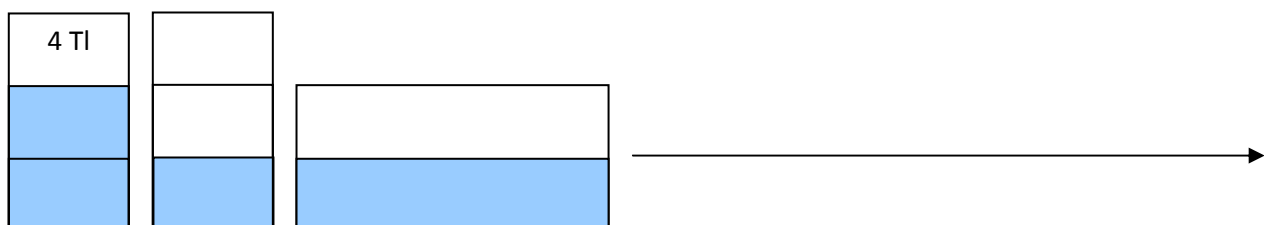
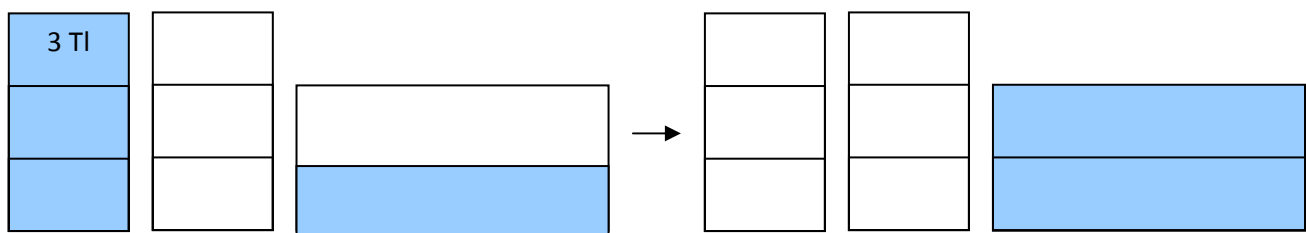
## Opción 2: Uso de 2 Bolas



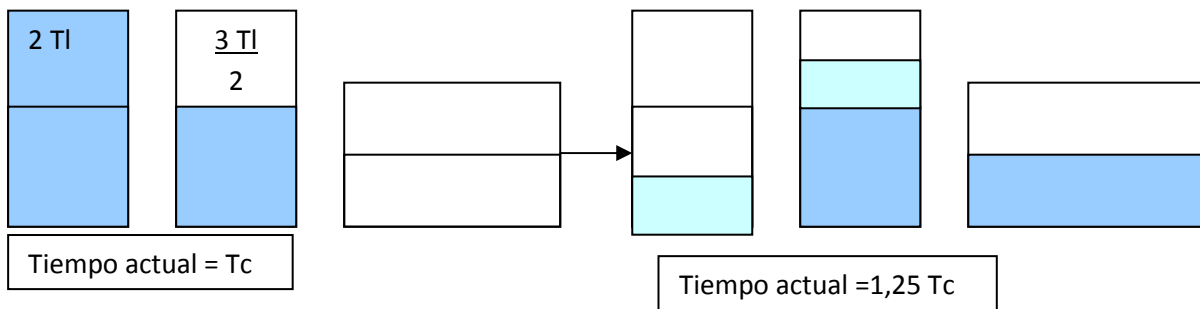
Comienzo del llenado tras la primera descarga



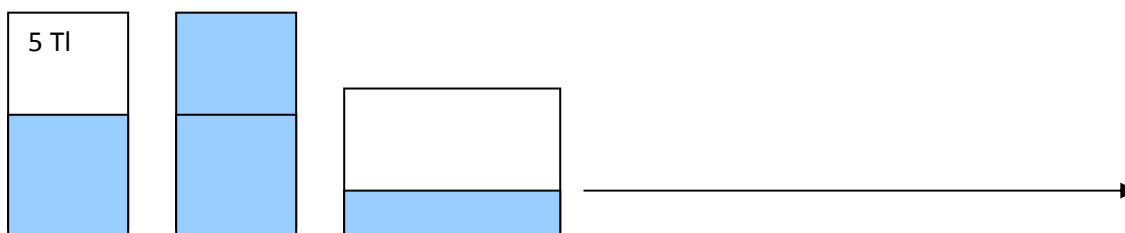
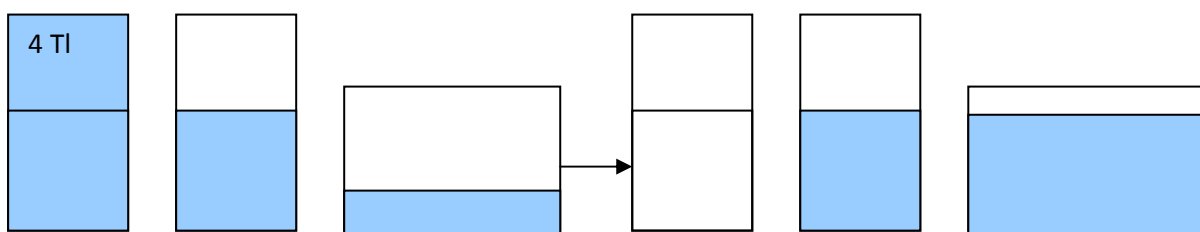
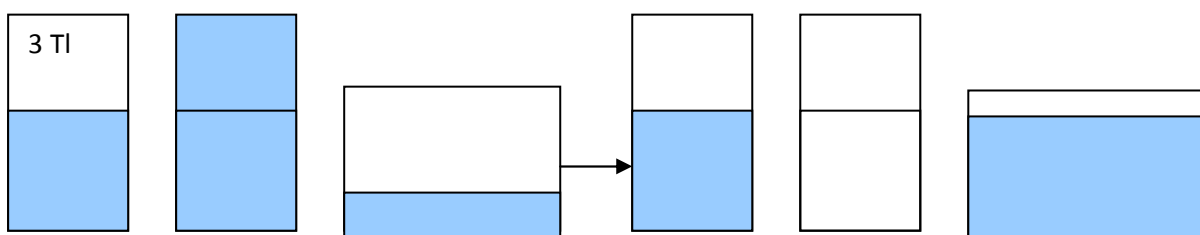
Tras un tiempo de 2 Tl, será necesario esperar 1 tiempo Tl para comenzar el cocinado de la 2ª bola



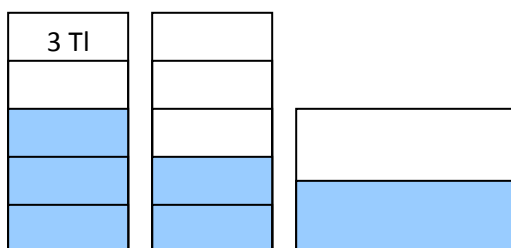
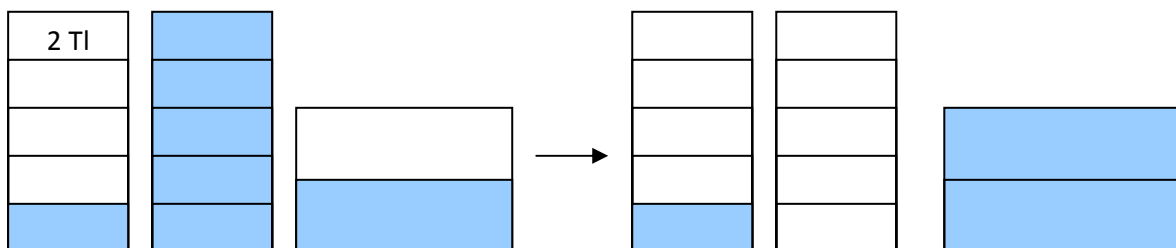
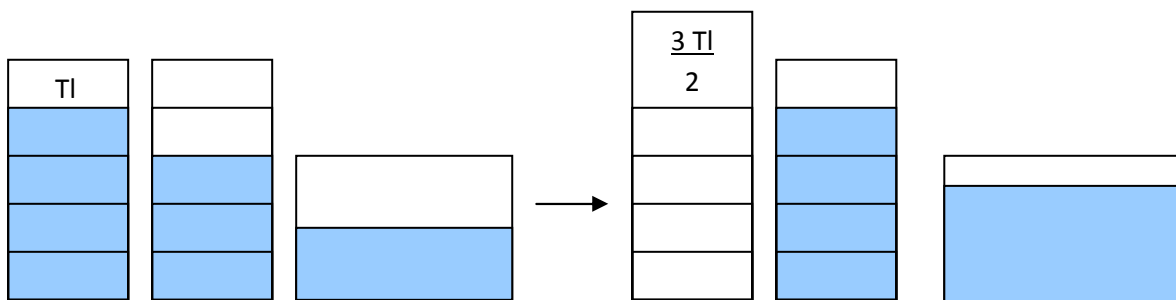
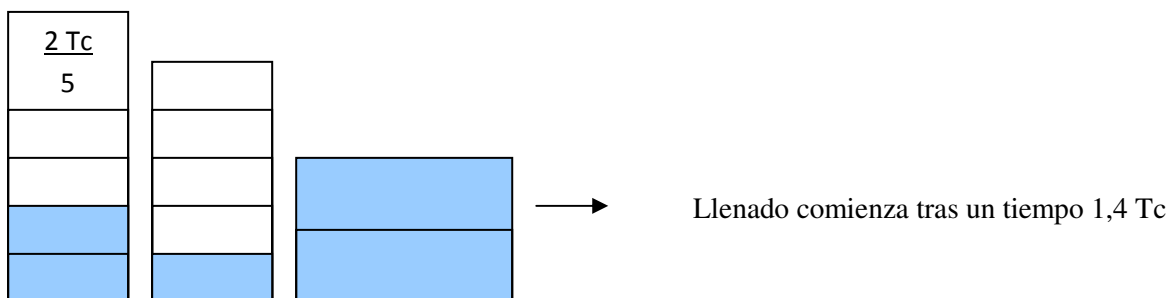
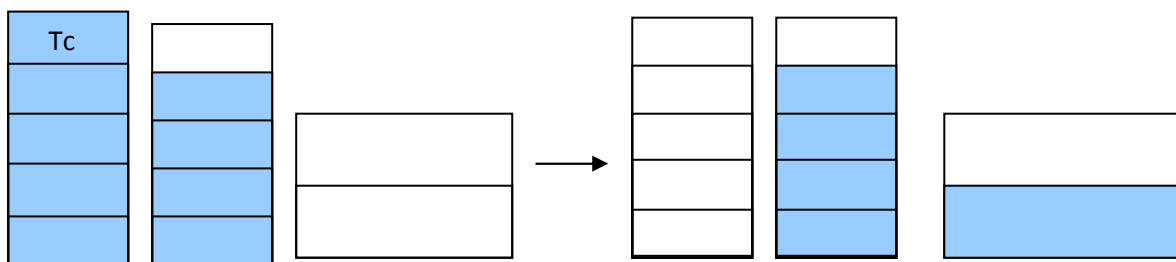
iii) Tiempo de cocinado = 2 \* Tiempo de llenado



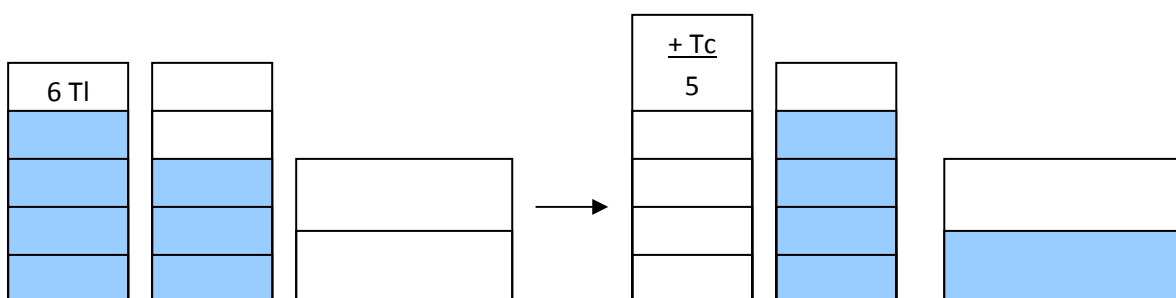
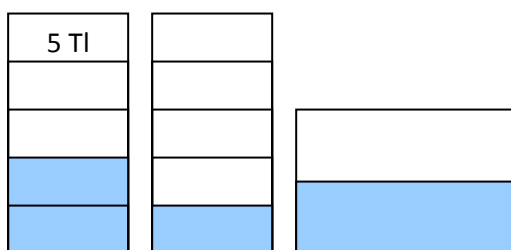
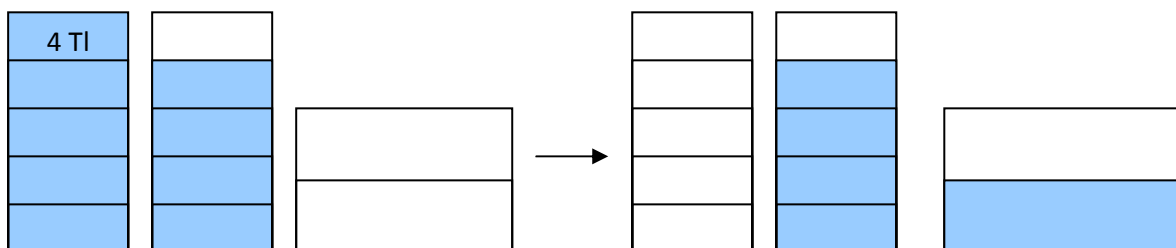
Llenado comienza tras un tiempo  $1,25 \times T_c$



iv) Tiempo de cocinado =  $2,5 \times$  Tiempo de llenado







## Resumen

$$K/A = 1$$

Tiempo desde el inicio del primer cocinado del turno

$1,5 \times T_c \rightarrow$  Primera descarga a la bañera. Hay producto en la línea en todo momento

$$K/A = 1,5$$

*1 Bola*

$((n+2)/3) \times T_c \rightarrow$  Primera llenado si  $n \leq 5$  ( $n$  = Numero de descargas)

$n \times T_l \rightarrow n$  Descargas serán realizadas sin detener la línea

$n/3 \times T_c \rightarrow$  Siguiendo inicio de llenado si  $n > 5$

$n \times T_l \rightarrow n$  Descargas serán realizadas sin detener la línea

....

Ejemplo  $n = 10$  ( $5 + 5$ )

$2,33 \times T_c \rightarrow$  Comienzo del llenado

$5 \times T_l \rightarrow 5$  Descargas se llenarán

$1,67 \times T_c \rightarrow$  Sexta descarga empieza a llenarse

$5 \times T_l \rightarrow 5$  descargas serán nuevamente llenadas

*2 Bolas*

$1 \times T_c \rightarrow$  Comienzo del llenado. Siempre hay producto en la línea

$2 \times T_l \rightarrow$  Se utilizan ambas bolas

$1 \times T_l \rightarrow$  Se utiliza sólo una bola

$2 \times T_l \rightarrow$  Se utilizan ambas bolas

....

$$K/A = 2$$

$1,25 \times T_c \rightarrow$  Comienzo del llenado. Siempre hay producto en la línea

$$K/A = 2,5$$

$((k+4)/5) \times T_c \rightarrow$  Comienzo del llenado si  $k \leq 3$  (Ver debajo significado de  $k$ )

$n \times T_l \rightarrow n$  descargas de producto serán llenadas si  $n \leq 6$

$(k/5) \times T_c \rightarrow$  Comienzo de nuevo del llenado

$n \times T_l \rightarrow n$  descargas de producto serán llenadas

Para  $n = 1$  o.  $2 \rightarrow k = 1$

$n = 3$  o.  $4 \rightarrow k = 2$

$n = 5$  o.  $6 \rightarrow k = 3$

....

Ejemplo  $n = 10$

$1,4 \times T_c \rightarrow$  Comienzo del llenado

$6 \times T_l \rightarrow 6$  descargas son llenadas

$(2/5) \times T_c \rightarrow$  Comienzo llenado de la 7ª descarga

$4 \times T_l \rightarrow 4$  descargas serán llenadas

A partir de estos gráficos es fácil hacerse una primera idea para la organización de la producción, sin embargo a la hora de aplicarlo no ayuda, porque es necesario la realización de sencillos, pero molestos cálculos que seguramente nadie estaría dispuesto a hacer a diario. Por ello diseñé un sencillo gestor de cálculos en el que, a partir de la información sobre la producción del día, informa de las horas a las que se debería empezar cada etapa, además de cuando debería terminar, suponiendo la ausencia de detenciones por fallos o averías. El programa, basado en Excel, no necesita más que unos pocos datos que ya están recogidos y mostrados en apartados anteriores. Los datos necesarios para poder usar el programa son los explicados a continuación.

Nada más empezar habrá que indicar el número de productos diferentes que serán producidos. Al hacerlo se desplegará tantos cuadros como productos hayamos indicado y en ellos deberemos introducir los datos concretos de cada producto

Wie viele verschiedene Produkte werden produziert?	0

Imagen 5.15: Apariencia inicial del programa

Wie viele verschiedene Produkte werden produziert?	3		
<b>1. Produkt</b>			
Kg/Glas	N. Kocher	Anfang Abfüllung 1	Anfang ETK 1
Kg/Kocher	Geschwindigkeit	Ende Abfüllung 1	Ende ETK 1
Kochungszeit (Min/Kochung)	Abfüllung (Gl/Min)	Anfang Abfüllung 2	Anfang ETK 2
N. Kochungen	Abfüllungszeit'	Ende Abfüllung 2	Ende ETK 2
Gläser in Tray	(Min/Kochung)	Anfang Abfüllung 3	Anfang ETK 3
Anfang Kochung	K/A'	Ende Abfüllung 3	Ende ETK 3
	N. Gläser		
	Ende Kochung		
<b>2. Produkt</b>			
Kg/Glas	N. Kocher	Anfang Abfüllung 1	Anfang ETK 1
Kg/Kocher	Geschwindigkeit	Ende Abfüllung 1	Ende ETK 1
Kochungszeit (Min/Kochung)	Abfüllung (Gl/Min)	Anfang Abfüllung 2	Anfang ETK 2
N. Kochungen	Abfüllungszeit'	Ende Abfüllung 2	Ende ETK 2
Gläser in Tray	(Min/Kochung)	Anfang Abfüllung 3	Anfang ETK 3
	K/A'	Ende Abfüllung 3	Ende ETK 3
	N. Gläser		
	Ende Kochung		
	Anfang Kochung		
<b>3. Produkt</b>			
Kg/Glas	N. Kocher	Anfang Abfüllung 1	Anfang ETK 1
Kg/Kocher	Geschwindigkeit	Ende Abfüllung 1	Ende ETK 1
Kochungszeit (Min/Kochung)	Abfüllung (Gl/Min)	Anfang Abfüllung 2	Anfang ETK 2
N. Kochungen	Abfüllungszeit'	Ende Abfüllung 2	Ende ETK 2
Gläser in Tray	(Min/Kochung)	Anfang Abfüllung 3	Anfang ETK 3
	K/A'	Ende Abfüllung 3	Ende ETK 3
	N. Gläser		
	Ende Kochung		
	Anfang Kochung		

Imagen 5.16: Cuadros con información de entrada (azul) y salida (crema)

Como se aprecia los cuadros de color morado no se pueden modificar e indican los valores que debemos introducir y los resultados obtenidos.

La columna azul es el único lugar donde existe permiso de escritura y en ella habrá que introducir los siguientes valores:

- La cantidad de producto contenida en cada vidrio
- La capacidad de producto que tiene la bola en el cocinado
- El tiempo estimado para cocinar ese producto la línea objetivo
- El número de descargas a realizar
- El número de vidrios que se distribuirán en cada pack
- La hora de inicio del cocinado (únicamente para el primer producto del turno)

Wie viele verschiedene Produkte werden produziert?				3			
1. Produkt							
Kg/Glas	0,45	N. Kocher	2	Anfang Abfüllung 1	5:45	Anfang ETK 1	6:15
Kg/Kocher	1500	Geschwindigkeit		Ende Abfüllung 1	7:09	Ende ETK 1	8:17
Kochungszeit		Abfüllung (Gl/Min)	278	Anfang Abfüllung 2 -		Anfang ETK 2	-
(Min/Kochung)	24			Ende Abfüllung 2 -		Ende ETK 2	-
N. Kochungen	7	Abfüllungszeit'		Anfang Abfüllung 3 -		Anfang ETK 3	-
Gläser in Tray	8	(Min/Kochung)	12	Ende Abfüllung 3 -		Ende ETK 3	-
Anfang Kochung	5:15	K/A'	2				
		N. Gläser	23333				
		Ende Kochung	06:51				
2. Produkt							
Kg/Glas	0,45	N. Kocher	2	Anfang Abfüllung 1	8:08	Anfang ETK 1	8:33
Kg/Kocher	1500	Geschwindigkeit		Ende Abfüllung 1	10:12	Ende ETK 1	10:48
Kochungszeit		Abfüllung (Gl/Min)	203	Anfang Abfüllung 2	10:28	Anfang ETK 2	10:58
(Min/Kochung)	41			Ende Abfüllung 2	11:17	Ende ETK 2	11:51
N. Kochungen	9	Abfüllungszeit'		Anfang Abfüllung 3 -		Anfang ETK 3	-
Gläser in Tray	8	(Min/Kochung)	16,40	Ende Abfüllung 3 -		Ende ETK 3	-
		K/A'	2,50				
		N. Gläser	30000				
		Ende Kochung	11:17				
		Anfang Kochung	07:22				
3. Produkt							
Kg/Glas	0,45	N. Kocher	1	Anfang Abfüllung 1	12:10	Anfang ETK 1	12:40
Kg/Kocher	1500	Geschwindigkeit		Ende Abfüllung 1	12:40	Ende ETK 1	13:15
Kochungszeit		Abfüllung (Gl/Min)	222	Anfang Abfüllung 2 -		Anfang ETK 2	-
(Min/Kochung)	15			Ende Abfüllung 2 -		Ende ETK 2	-
N. Kochungen	2	Abfüllungszeit'		Anfang Abfüllung 3 -		Anfang ETK 3	-
Gläser in Tray	8	(Min/Kochung)	15	Ende Abfüllung 3 -		Ende ETK 3	-
		K/A'	1				
		N. Gläser	6667				
		Ende Kochung	12:55				
		Anfang Kochung	11:55				

Imagen 5.17: Información del final de producción a partir de los datos de entrada

Una vez introducidos los datos aparecerá toda la información que queremos saber de la producción del día. En la primera columna crema aparecerá el numero de bolas que es necesario para optimizar la producción, la velocidad de la llenadora, el tiempo necesario para introducir en los vidrios el producto de una descarga, el coeficiente K/A (Tiempo de cocinado /Tiempo de llenado) (Kochungszeit/Abfüllungszeit en alemán), el número de vasos que deberían llenarse con esa cantidad de producto, la hora en que los operarios de cocinado deberían terminar de preparar ese producto y la hora en que el cocinado de ese producto debería comenzar (excluyendo el primer producto del turno).

En la segunda columna crema aparece cuándo el llenado debe comenzar y cuándo debería terminar en ausencia de fallos y paradas. En él se lee Inicio llenado 1, Fin de llenado 1, Inicio de llenado 2, Fin de llenado 2, Inicio de llenado 3 y Fin llenado 3. El motivo de que aparezcan estos valores repetidos es por el hecho de que, cómo se ha visto anteriormente, en ocasiones no se puede asegurar la existencia permanente de producto en la llenadora. Sin embargo se puede producir de forma controlada para poder conseguir un flujo lo más continuo y controlado posible. Con esta información es posible saber cuándo volver a comenzar el llenado una vez que la bañera se ha vaciado, sin comenzar inmediatamente cada vez que una nueva cantidad de producto se descarga a la bañera.

Para concluir en la tercera columna crema aparece información análoga a la de la columna anterior, sólo que esta vez referente al etiquetado. Al tratarse de un proceso casi simultaneo al de empaquetado, no se ha introducido información referente a éste ultimo en la primera versión del programa, ya que los tiempo son idénticos, sólo que desfasado unos escasos minutos

#### **5.5.1.2 Falta de compromiso entre las velocidades de llenado-etiquetado**

La eficiencia de línea de vidrio depende de la cantidad de vidrios en cada pack, de la cantidad de producto en el vidrio y del formato del recipiente. La velocidad de proceso en la empaquetadora (y por consiguiente en la etiquetadora, que lleva la misma velocidad) depende de la cantidad de vidrios en cada pack, sin embargo la velocidad de proceso en la llenadora es siempre la misma, con la excepción del caso de vidrios de 450g en el que caben menos vidrios vacíos en cada bandeja por su mayor diámetro, lo que provoca que el llenado de vidrio sea un proceso más lento que en otros casos.

Esta ausencia de compromiso entre los procesos es el motivo de otra de las principales ineficiencias de la línea, la acumulación de vidrios tras el pasteurizador.

Cuando el proceso de llenado es mucho más rápido que los posteriores o existe algún tipo de avería tras el pasteurizador, los vidrios se acumulan tras en la mesa de recolección, llegando a parar la llenadora cuando ocupan todo el espacio disponible en la mesa. Al margen de los problemas comentados anteriormente por la creación de un stock innecesario, esto genera un funcionamiento intermitente conforme el sensor de la mesa de recolección indica la posibilidad o no de acumular más vidrios.



*Imagen 5.18: Vidrios acumulados tras el pasteurizador*

### **5.5.1.3 Introducción de la paleta con vidrios vacíos en la línea**

Cuando los vidrios de la jaula se acaban el operario debe abrir la puerta (lo cual detiene automáticamente cualquier proceso de la jaula), entrar, retirar el palé manualmente y meter el nuevo palé lleno de vidrios en esta con ayuda de una traspaleta vigilando su correcta colocación. Ya de por sí se trata de una operación con alto riesgo de detener la línea, ya que si no se realiza de manera rápida y eficaz el flujo de entrada de vidrios en la línea puede detenerse. Además, en ciertas ocasiones cuesta encajar el palé en el orificio donde debe estar, produciendo un incremento del tiempo sin producción en la llenadora.

El operario debe realizar este proceso lo más rápido posible para evitar que la llenadora deba pararse, sin embargo el lugar donde debe depositar el palé, y donde será recogido posteriormente por una carretilla, está alejado de la jaula.

La solución que agilizaría enormemente el proceso haciendo la posibilidad de detención de la línea casi nula es la designación de un lugar anexo a la puerta de la jaula donde dejar el palé mientras la puerta permanece abierta, además de colocar un raíl fuera de la jaula donde descansa el palé lleno de vidrios vacíos consiguiendo así un doble objetivo. Al estar el palé ya encarrilado a su posición final, la introducción se realiza rápidamente sin necesidad de preocuparse de si encaja correctamente, además de que ya no se daría el caso de que el operario tuviera que retirar el palé para volver a introducirlo por que esté haciendo mal el proceso. Puesto que es necesario que la puerta este cerrada para el funcionamiento del robot, sería necesario que el raíl tuviera un pequeño corte que permitiera tener la puerta cerrada, pero que por su reducido tamaño no permitiría que el palé se desviara

## **5.5.2 FALLOS EN EL PROCESO DEL PRODUCTO**

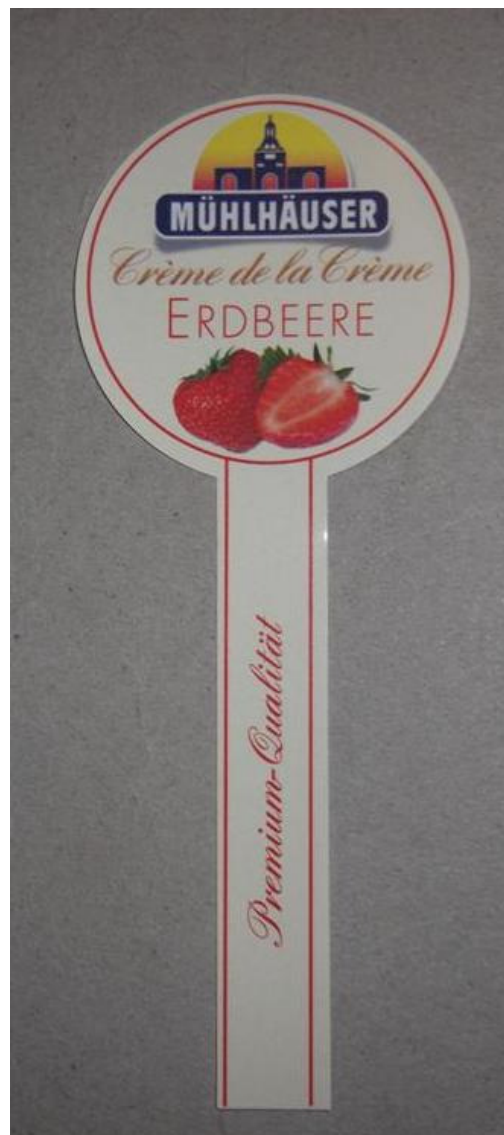
### **5.5.2.1 Mal etiquetado en la nueva etiquetadora E70**

Durante mi estancia en la empresa el problema más importante al que nos enfrentamos fue la puesta en marcha de una modificación de la máquina etiquetadora E70 de la empresa Langguth. Dicha máquina hasta el mes de Diciembre de 2010 estaba limitada únicamente a la colocación de 2 etiquetas (etiqueta delantera con el nombre del producto e imagen atrayente y etiqueta trasera en la que se proporcionaba toda la información sobre el producto y nombre de la empresa)

Debido a una idea de marketing se realizó una importante modificación en la máquina para añadir una tercera etiqueta. Dicha idea se basaba en proporcionarle a los productos Mühlhäuser un mejor aspecto visual que trajera consigo valores de calidad y elegancia.



Esta modificación añadía una nueva etiqueta que unía la etiqueta delantera con la tapa. El resultado inicial no fue el esperado. Los problemas comenzaron desde el primer mes. El primer proceso dentro de la etiquetadora era la colocación de la etiqueta trasera. Posteriormente se le colocaba la nueva etiqueta, la cual quedaba adherida de forma vertical y pegada únicamente por la parte inferior, quedando la parte superior suspendida en el aire. Sobre dicha parte inferior se colocaba posteriormente la etiqueta delantera y antes de salir de la etiquetadora, el vidrio pasaba por unos rodillos horizontales que doblaban y presionaban la etiqueta superior de forma que se quedaba adherida a la tapa.



*Imagen 5.19 y 5.20: Nuevo formato de etiqueta implantado (5.17) y vidrios con la nueva etiqueta (5.18)*

El principal problema relacionado con este proceso era que la etiqueta superior no se quedaba bien adherida: se caía debido al giro del vidrio antes de que se colocara la etiqueta delantera, la parte superior de dicha etiqueta se vencía hacia adelante por su peso y la aceleración centrífuga del giro del vidrio, la etiqueta se rompía a su paso por los rodillos....

Un elevado número de problemas que originaba que el producto fuera considerado no válido y saliera expulsado a una línea paralela en la que se acumulan los productos rechazados, a los que el operario debe quitar todas las etiquetas para ser nuevamente reprocesados. Este inconveniente traía numerosos procesos que debía realizar el operario. En primer lugar el operario sumergía los vidrios en cubos de agua caliente para reblandecer la cola y la etiqueta y así poder retirarla: este es un proceso muy largo e incomodo que además requiere una elevada cantidad de cubos donde depositar los vidrios. El operario utilizaba mucho tiempo para retirar las etiquetas y pasar los vidrios a otros cubos sin agua donde se iban almacenando hasta el final de la producción. El motivo es que durante el etiquetado se

imprime en la tapa del vidrio su número de lote y la fecha de caducidad y es necesario reconfigurar la máquina para que la impresora deje de funcionar y no nos encontremos con vidrios que lleven dicha información impresa 2 veces. Aun así después de dicho reproceso los vidrios podían perfectamente estar nuevamente mal etiquetados o incluso tapar con la etiqueta superior la información (es por ello que mientras un operario recolocaba los vidrios en la línea, otro operario vigilaba a la salida de la máquina que ninguna etiqueta lo tapara). Esto implicaba que nuevamente había que retirar el vidrio, sumergirlo en agua e introducirlo en la máquina, lo cual no aseguraba que estos últimos vidrios fueran a salir en perfectas condiciones.

Otro problema relacionado con esto es que al sumergir los vidrios estamos poniendo en contacto continuamente los vidrios con toda la contaminación que puede haber en el agua resultante de la cola y etiquetas se mezclan en esta.

Para solucionar este problema se habló en primer momento con la compañía fabricante y distribuidora (Langguth), esperando que asumieran responsabilidades y encontraran solución al problema. Sin embargo se limitaron a estudiar la máquina durante varios días de producción, llegando a la conclusión de que el problema no se encontraba dentro de las cláusulas de garantía ya que, a pesar de que ciertos vidrios fueran mal procesados, el problema no estaba originado en un fallo de fabricación. La única solución posible que quedaba era intentar comprender a qué podía ser debido dicho fallo y buscar una solución o en su defecto una alternativa que permitiera seguir produciendo bajo las nuevas características pensadas.

### Una primera solución

Lo primero que es necesario hacer a la hora de buscar una solución a este problema es entenderlo bien buscando dónde se encuentra su origen. Una de las herramientas de la gestión Lean que es de gran ayuda en una situación como ésta es preguntarnos 5 veces por qué

¿Por qué el nuevo brazo resulta más problemático que los 2 anteriores? El tipo de etiqueta que se utiliza es diferente

¿Por qué esta etiqueta es diferente? Una parte de la etiqueta queda suspendida y se vence

¿Por qué esta parte suspendida cae? Por las fuerzas creadas en la parte suspendida.

¿Por qué se originan estas fuerzas? Por el giro del vidrio se genera una fuerza centrífuga entorno al punto donde la etiqueta deja de estar adherida

¿Por qué esta fuerza tira la etiqueta? Por la pequeña rigidez de ésta en comparación con la parte superior suspendida

La única solución posible sin incurrir en elevados gastos era dividir la etiqueta superior en 2, de forma que la parte inferior fuera colocada por el tercer brazo y la superior directamente sobre la tapa por un nuevo dispositivo similar al utilizado en la E62. Hacer uso del tercer brazo para colocar la tira de unión entre la etiqueta delantera y la superior era una solución absurda con muchos inconvenientes (mantenimiento de un dispositivo, costes de

material...) y la única ventaja de que se hacía uso de un dispositivo por el que ya se había pagado. Puesto que el problema principal parecía el exceso de peso de la parte superior con respecto a la inferior se decidió trasladar esta tira a la etiqueta delantera, de forma que en este caso se usaran los 2 brazos que se utilizaban previos a la modificación, pero con la etiqueta delantera ligeramente modificada de forma que ahora es a ésta a la que le sobresale la tira sobre la que posteriormente se solapara la superior. Para la colocación de la etiqueta superior se decidió utilizar una solución que ya se utilizaba en la etiquetadora E62: la colocación de etiquetas con cola fría (pegatinas adheridas a un rollo de plástico de fácil retirada) por medio de una banda giratoria de forma que previo a salir de la etiquetadora se colocaban estas pegatinas en la parte superior.

Esta idea parecía que solucionaba el problema de raíz o al menos lo iba reducir en gran medida, y en parte así fue. A pesar de ello trajo un pequeño inconveniente: el tiempo empleado para reprocesar los vidrios aumentaba enormemente dejando un resultado no satisfactorio.

El número de vidrios rechazados disminuyó enormemente. Al ser la parte superior más ligera que la inferior la etiqueta mantenía mejor la forma, sin embargo todavía se daban casos en los que al entrar el vidrio en la zona de los rodillos la etiqueta no entraba correctamente de forma que posteriormente no resultaba posible colocar la etiqueta superior sobre la tira. A pesar de la reducción de casos la etiqueta superior quedaba tan fuertemente adherida a la tapa que incluso después de permanecer los vidrios sumergidos en agua caliente, su extracción resultaba altamente complicada y costosa, llegando a quedar muchas veces rastros de etiqueta sobre la tapa de forma que si la siguiente etiqueta no estaba perfectamente centrada dejaba visible dichos restos.

### La solución definitiva

Aunque el resultado tenía bastantes más inconvenientes de los inicialmente estimados, la reducción del número de casos desechados no permitía considerar la modificación como un fracaso, pero era necesario seguir pensando cómo llegar a eliminar este gran inconveniente.

¿Por qué la solución adoptada no ha servido? Parece que no se ha llegado al foco principal del problema, o que éste tiene diferentes focos. La búsqueda de respuestas continúa.

¿Por qué se sigue cayendo? Porque la fuerza centrífuga al girar el vidrio sigue siendo notable

¿Por qué esta fuerza nos complica el proceso? Porque no existe ninguna otra fuerza que lo contrarresta

Puesto que el peso de la tira de papel no adherida al enganche era pequeño parece que una pequeña corriente de aire resultaría suficiente para contrarrestar la fuerza generada por el giro del soporte, de modo que se colocaron 4 difusores de aire en los espacios disponibles bajo el pasillo de salida orientados entre 45 y 60 grados de forma que se evitaba que la tira de

la etiqueta delantera venciera y asegurando su correcta entrada en los rodillos de forma que la etiqueta superior se podía colocar correctamente.



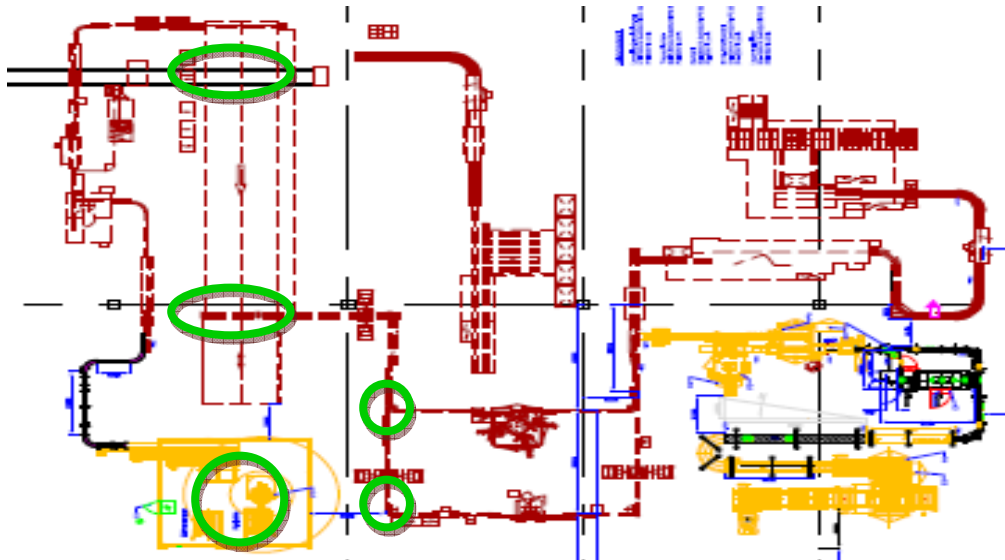
*Imagen 5.21: Interior de la etiquetadora E70*

Esta solución fue la última realizada y su resultado se considero satisfactorio. En los días siguientes la implantación de los difusores de aire el número de vidrios rechazados por problemas en el etiquetado se redujeron drásticamente, llegando a verse únicamente algún caso aislado. La mejora se dio por concluida con un resultado satisfactorio, consiguiendo eliminar uno de los principales problemas a los que se estaba enfrentado la empresa a nivel productivo.

#### **5.5.2.2 Vidrios volcados durante su transporte por la línea**

Como se puede comprender no es interesante que haya vidrios volcados en la línea, las máquinas no están preparadas para procesar los vidrios en dicho estado, por lo que sólo implica continuas paradas en las que los operarios deben retirarlos y colocarlos en la posición correcta en el menor tiempo posible. En casos extremos dichos vidrios pueden llegar a romperse, lo cual origina una gran pérdida de tiempo por la limpieza del producto y la retirada de los trozos de vidrios, con los que los operarios pueden llegar a cortarse.

Como se muestra en el grafico, marcados con círculos rojos, existen numerosos lugares a lo largo de la línea donde los vidrios tienen un gran riesgo de vuelco: La entrada y salida del pasteurizador, los codos anteriores a las etiquetadoras y, el principal y más frecuente, la salida de la jaula. Las situaciones son especiales de cada caso, pero el motivo principal es único para todos los casos: al cambiar los vidrios de plataforma, la diferencia de altura o el espacio existente entre ellas origina que estos puedan perder el equilibrio y vuelquen.



*Imagen 5.22: Plano de la línea de vidrio. Marcado en verde los puntos con concentración de vidrios volcados*

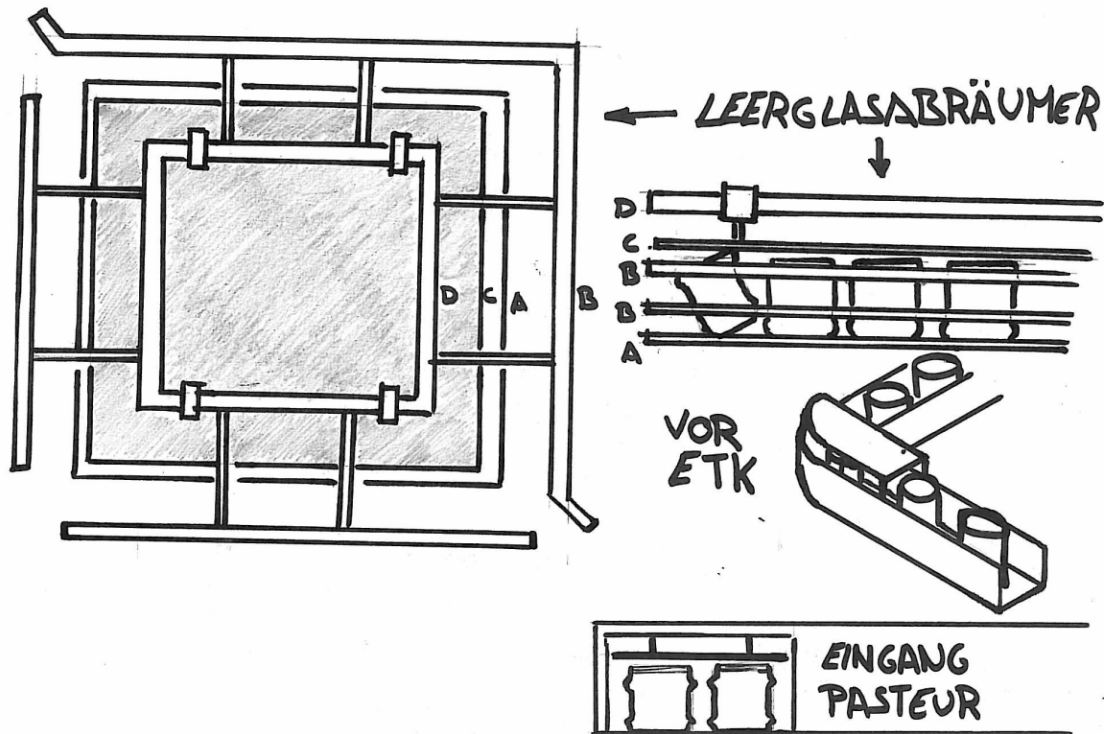
En el codo previo a la etiquetadora se produce un cambio de cinta transportadora en sentido transversal con ayuda de un disco giratorio que proporciona aceleración centrífuga al vidrio. Al producirse este cambio, la distancia entre vidrios aumenta ligeramente en la nueva cinta de forma que si el vidrio pierde el equilibrio por la acción del disco y no tiene ningún impedimento que le haga mantenerse en pie.

En el caso del pasteurizador cuando el flujo de vidrios es estable existe una presión considerable entre éstos que hace su vuelco improbable, pero en los casos en los que el flujo de vasos comienza o acaba, existe un gran espacio entre los vidrios que origina que una posible pérdida de equilibrio se traduzca en vasos volcados que posteriormente pararan la línea.

Como se ha comentado anteriormente el caso en el que la cantidad de vidrios volcados es mayor es en la jaula. El robot recoge los vidrios y los empuja hacia dentro de la caja. La pinza en el suelo de la caja que sostiene la base de los vidrios, para que esta se mantenga fuera, y el espacio existente entre la base de los vidrios y la caja, provoca que la cantidad de vidrios que pierden el equilibrio sea más o menos elevada, principalmente en función del formato del vidrio (los vidrios con reducido diámetro y gran altura vuelcan con mayor facilidad), y el espacio existen entre estos y las paredes de la caja que estos vuelquen fácilmente.

Una solución común para todos los casos es la colocación a 2-3cm sobre estos de una lámina de un material rígido y deslizante de forma que los vidrios que pierdan el equilibrio hagan contacto con esta y no puedan volcar.





*Imagen 5.23: La colocación de una lámina rígida superior en los lugares críticos impediría el vuelco de los vidrios: caja del robot en la jaula (Leerglasabräumer), sobre las curvas previas a las etiquetadoras (Vor ETK) y a la entrada del pasteurizador (Eingang Pasteur).*

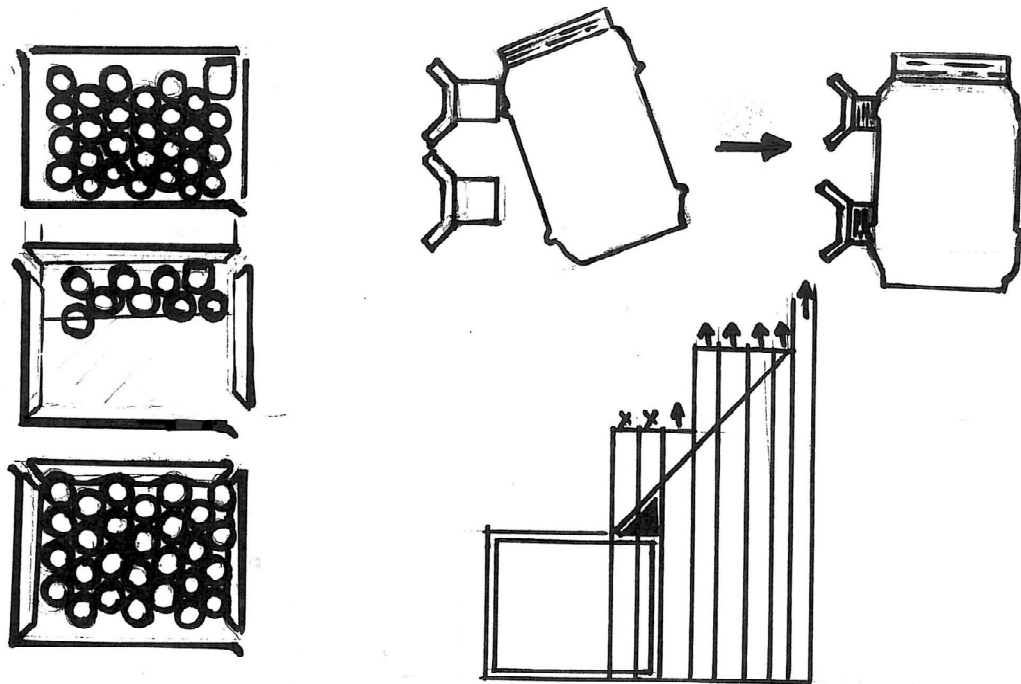
Otro proceso que se da en la jaula en el que los vasos vuelcan con facilidad es la entrada a la cinta transportadora. En esta fase la cinta consta de 8 cintas transportadoras metálicas individuales de diferente longitud y dispuestas en forma de embudo de manera que los vidrios solo pueden acceder al resto de proceso a través de la más alejada. Al colocarse los vidrios sobre la mesa previa a la cinta, aun mientras estos están dentro la caja, existe entre 2 y 3 filas de vidrios, en función del modelo, colocados justo encima de las 2 primeras cintas en movimiento. Esto produce que al retirarse la caja los vidrios están deslizándose sobre la cinta y son susceptibles de volcar. El uso de una mesa de mayor superficie facilitaría la colocación de los vidrios, ya que durante la retirada de la caja los vidrios estarían quietos y no volcarían. Puesto que esta es una opción muy limitada por el espacio de operación del robot una opción más sencilla y económica resulta la de detener los raíles de la cinta transportadora donde se depositan los vidrios. En este caso sería altamente recomendable reducir el espacio entre la zona ocupada por la caja y las vías que impiden que los vasos caigan al vacío, cómo se indica en la imagen 5.25, ya que es un punto muerto donde los vasos no avanzan y en el que el operario deberá actuar para introducir los vidrios en la línea.



Caso particular: Vidrios volcados en la jaula

*Imagen 5.24: Jaula de vidrios vacíos. El brazo robótico introduce los vidrios en la línea*

En el último caso de los mencionados en el primer apartado (Vasos volcados dentro de la caja en la zona de la jaula) es posible otra solución alternativa más sencilla. El espacio existente entre las paredes de la caja y los vidrios es, como se ha comentado en el párrafo anterior, la principal causa de que los vasos que pierden el equilibrio caigan. La caja tiene una forma fijada que no se puede modificar fácilmente, sin embargo resulta bastante sencillo utilizar sus paredes con forma de barras paralelas como elemento de sujeción para una nueva superficie que reduzca el espacio entre ambos elementos. Dicho material puede ser elástico o poroso de forma que los vidrios no lleguen a romperse por efecto de la presión. Con esta reducción de espacio, los vidrios que pierdan el equilibrio y se inclinen se toparán con un elemento que impide su caída al suelo y al presionar el resto de vidrios estos recuperarían la posición.



*Imagen 5.25: Refuerzos laterales en la caja. Los refuerzos laterales eliminan los espacios vacíos en la caja de forma que los vidrios no se caen durante su entrada a ésta. En los recuadros de la izquierda (ejemplos de la situación de la caja con vidrios en su interior) se aprecia primero un caso de vidrio volcado al entrar en la caja, posteriormente se muestra la misma caja con refuerzos laterales y como quedaría esta con vidrios en su interior: las paredes quedan mínimamente comprimidas de forma que no se permite el vuelco del vidrio pero tampoco ejerce un exceso de presión que lo quebraría*

#### Vidrios sin tapa a través de la etiquetadora E70

Es frecuente encontrar algún vidrio que a la salida del pasteurizador está sin tapa. Esto quiere decir que, a pesar de que en un principio el vidrio se encontraba “perfectamente tapado” y con vacío en su interior, durante los procesos sucesivos al tapado la rosca ha cedido y se ha caído. En el caso de la etiquetadora E62, este problema no tiene especial importancia porque estos vidrios se pueden procesar y posteriormente expulsar cuando llegan al segundo dispositivo detector de vacío, sin embargo en la etiquetadora E70 es imposible operar con vidrios sin tapa ya que el agarre no se produce correctamente y el vidrio acaba venciendo y cayendo al interior de la máquina, llenándola del producto contenido y de trozos de vidrio que son necesarios retirar, empleando una gran cantidad de tiempo

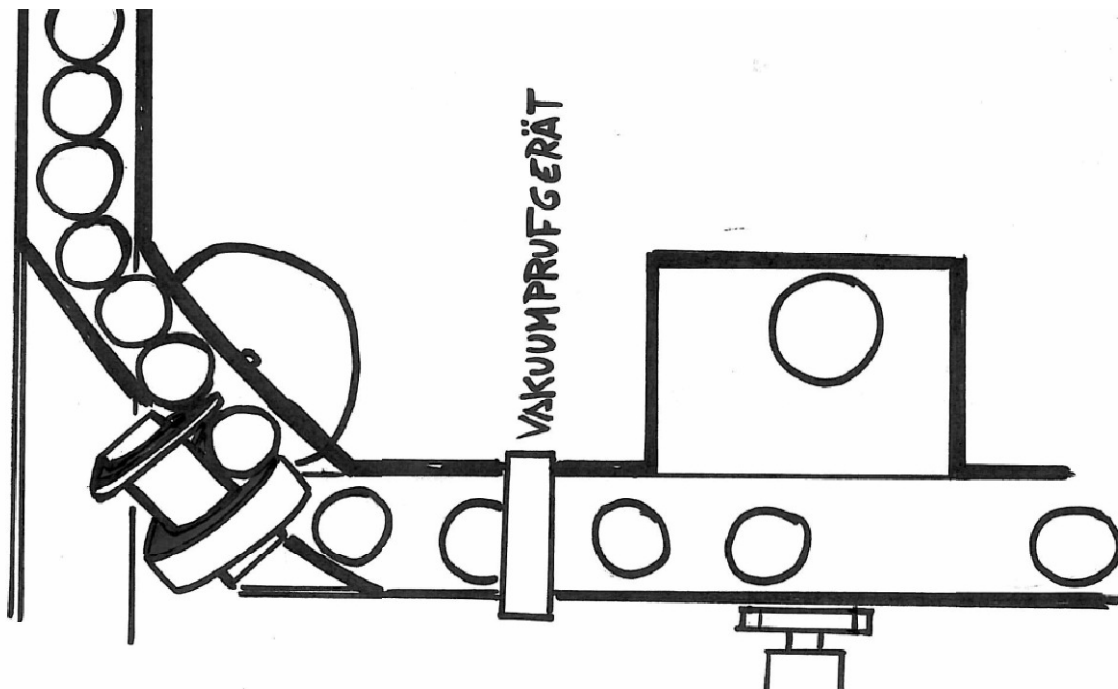
Para evitar que ocurra esto un sensor se sitúa antes de la entrada a la etiquetadora, de forma que detecta 2 únicas posibilidades correctas por las que no van a existir problemas para

procesar el vidrio (bote vertical correctamente tapado y la propia cinta transportadora). Cualquier situación que se salga de estas posibilidades detendrá la línea (vidrio sin tapa, vidrio volcado, trozo de vidrio quebrado no detectado...), teniendo que retirar el operario el vidrio y reanudando el funcionamiento de ésta.

Una posible solución que evitaría que la línea tuviera que pararse, y sobre todo que permitiría al operario preocuparse de una tarea menos, sería la posibilidad de expulsar automáticamente los vidrios de la línea. Partiendo del hecho de que el principal motivo de paro de línea es la ausencia de tapa y de que la aplicación de las anteriores medidas ha conseguido que no haya vidrios volcados, las probabilidades de paro de línea en este punto serían casi nulas. En este caso se podría colocar un dispositivo análogo al que se da tras la llenadora y la etiquetadora, en los que el sensor de vacío detecta la no existencia de vacío y el vidrio es expulsado de la línea sin necesidad de detenerla y permitiendo al operario no tener que correr para retirar el vidrio y reanudar la línea.

De la misma forma que previo a la llenadora existe un rodillo tipo tornillo sin fin distribuye la entrada de vidrios de forma ordenada para que se puedan enganchar correctamente en los brazos, se podría aplicar también a este caso de manera que tras la detección de una irregularidad se podría expulsar el vidrio sin riesgo de empujar 2 a la vez provocando la rotura de estos.

Esta solución tiene el defecto de que es necesario garantizar el acceso de vidrios en estado vertical al rodillo por lo que sería necesario previo al rodillo la colocación de un filtro similar al que existe previo a la etiquetadora E62, por el que un pequeño dispositivo rígido en forma de zigzag no permitiría el acceso de vidrios en estado horizontal o de vidrios quebrados que no podrían atravesar el rodillo.



*Imagen 5.26: Rodillo separador de vidrios previo a la E70. Tras haber una distancia entre estos, se pueden expulsar los vidrios que se hayan detectado como erróneos*

### 5.5.2.3 Vidrios vacíos en la línea

En ocasiones un problema en la dosificación de la llenadora origina que vidrios salgan de ésta vacíos. Pasan por la máquina de tapas y se coloca la tapa, como se produce el vacío, el dispositivo de seguridad posterior no detecta ningún fallo y continúa el resto de proceso, realizando todos los procesos sin dar ningún tipo de valor a éste ya que posteriormente se tendrá que retirar.

Este vidrio continuará todo el proceso hasta que algún operario se percate de su presencia o hasta que llegue al peso previo a la paletizadora, donde la línea se detendrá y el operario deberá retirarlo y sustituirlo por otro nuevo. Esta parece una solución poco eficiente pero eficaz, sin embargo no es así. Es tan poco eficiente como parece y menos eficaz de lo que se cree. Existen diversos motivos por los que el peso da error (todos ellos debidos al menor peso del pack con respecto a lo indicado en la tolerancia detectado por la balanza): En la empaquetadora un vidrio ha caído al vacío y hay menos vidrios de los debidos en el pack, un vidrio vacío ha llegado hasta la empaquetadora o incluso un fallo en sensor del peso indica que hay alguna anomalía aunque no la haya. Esto origina una serie de problemas ya que el operario no está todo el rato pendiente de si hay una anomalía que detiene la línea, tiene numerosas tareas y debe cumplir todas, además de que en ocasiones ayuda al operario de la etiquetadora si hay un gran problema en esta zona que requiera el nuevo etiquetado de vidrios.

La línea previa a la empaquetadora se detiene de forma que no se forman nuevos packs, pero el pack con la anomalía sigue su curso a menos que se le detenga. Si este pack llega hasta la paletizadora el operario deberá extraer el palé completo y comprobarlo, perdiendo una gran cantidad de tiempo en realizar esto además de tener que reponer el palé manualmente. Este es un caso extremo, puede que el operario se dé cuenta y tenga que ir corriendo a ver cuál es el problema y reanudar la línea, también puede ser que esté al lado del peso y se solucione el problema en unos pocos segundos. Sin embargo siempre que la línea se detiene, el operario debe actuar lo más rápido posible para reanudarla y buscar la anomalía y cambiar el vidrio si es preciso. Hay incluso casos en los que al llegar el operario al pack que ha dado error no aprecia ningún fallo, permitiendo al pack que ha dado error que prosiga su camino.

Existen diversas posibilidades para retirar estos vidrios de la línea sin tener que detener la producción y sin tener que hacer que el operario corra para descubrir cuál ha sido el fallo.

#### Vidrios vacíos tras la llenadora

La colocación de un nuevo sensor tras la embotelladora que además de detectar la presencia de vacío, determinara la existencia o no de producto en el vidrio permitirá aprovechar el dispositivo de expulsión para expulsar además de los vidrios sin vacío, aquellos que no tengan producto.

#### Vidrios vacíos atravesando el peso

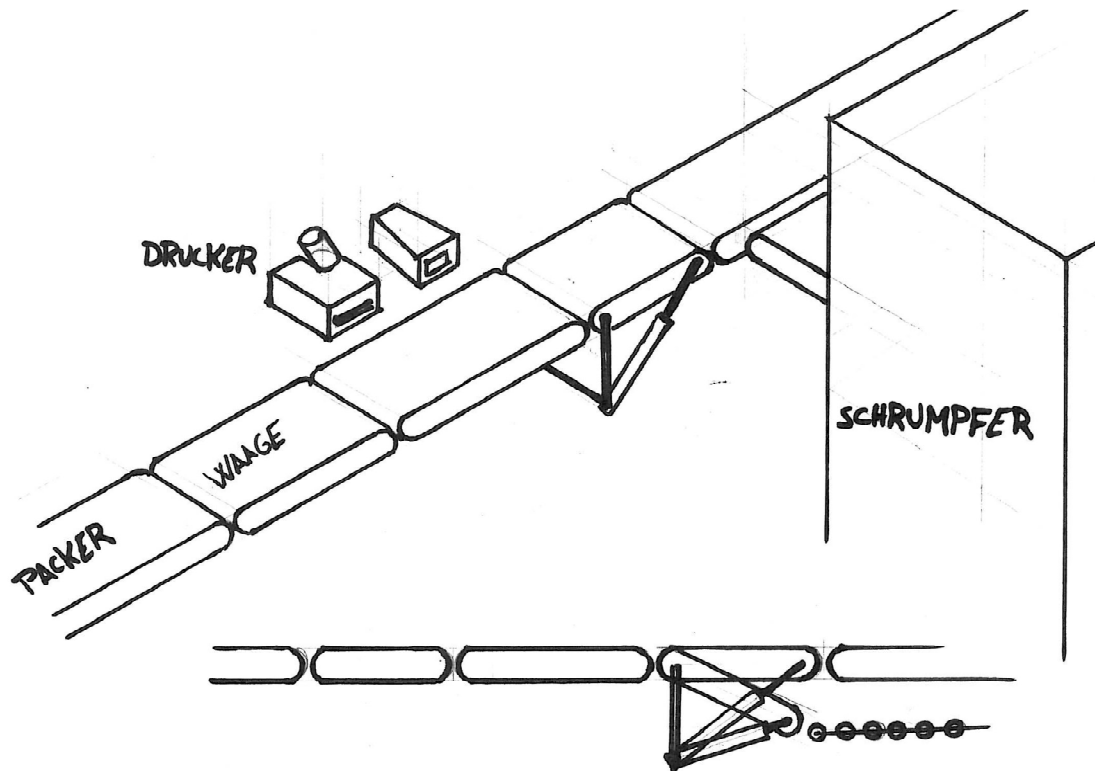
Como se ha comentado anteriormente existen diversos motivos por los que es posible que el peso dé algún tipo de error y la línea se detenga: fallo en la cantidad de producto en uno de los vidrios, falta de vidrios en el pack e incluso error en la medida. La principal ineficiencia es la solución propuesta inicialmente para evitar el acceso de producto no deseable a la paletizadora: la detención de la línea previa a la empaquetadora mientras los packs que ya han atravesado el peso siguen su curso hasta que el operario lo retira. Existen numerosos problemas relacionados con esta solución tal y como se ha comentado con anterioridad: el operario puede que no llegue a tiempo a solucionar el problema, además de que la línea se retrasa ya que la producción se detiene hasta que el operario permite que este se reanude.

Una posible solución que evitaría que producto mal procesado sea entregado al consumidor y que, además, evite que la línea se detenga es la retirada tras el peso de cualquier pack con alguna anomalía detectada. Una rampa abatible tras el peso permitiría continuar a los packs admitidos y expulsaría aquellos con anomalías, pudiendo analizar el producto con fallo sin necesidad de parar la línea

Esta solución valdría para solucionar diversos problemas de la línea con soluciones particulares, como el expuesto en el siguiente apartado, de una manera sencilla consiguiendo



que un producto con fallo no llegue al consumidor a pesar de que haya habido un proceso que no ha tenido utilidad.



*Imagen 5.27: Cinta móvil para la expulsión de paquetes defectuosos. Nueva distribución en la línea de empaquetado de forma que se puedan expulsar automáticamente los paquetes con peso incorrecto y mal codificados*

#### 5.5.2.4 Packs mal codificados

Nada más atravesar el peso los packs pasan frente a una pequeña codificadora que imprimirá en un lateral del cartón diversa información sobre el producto que por norma general suele incluir la marca del producto, el aroma del producto, el número de referencia y lote y un código de barras.

Dicha información en ocasiones no se imprime correctamente o directamente no se imprime y los packs continúan su camino hasta el final. Si el caso es que no se imprime la información correctamente quiere decir que ha habido una acumulación de paquetes frente a la impresora de forma que el paquete sobre el que se comienza a imprimir queda detenido y la impresión se queda reducido a una mancha negra ilegible. Este caso se da en los productos que necesitan del uso de la plasticadora. Si hay un fallo en ésta se acumulan los paquetes en el peso y al detectar el error de peso se detiene la línea. Cómo es el operario el que ha de acudir a retirar los paquetes observa los paquetes que han sido mal codificados y los retira para introducir nuevamente los vidrios en la línea.



En el caso de que los paquetes no hayan sido impresos con el código adecuado por falta de tinta, fallo de la máquina o bien por despiste del operario (no activación del dispositivo o activación de un código diferente), existe una elevada probabilidad de que nadie se percate del fallo hasta que el palé lleno de paquetes sea retirado al almacén. Entonces ya será demasiado tarde. Habrá numerosos paquetes no impresos que deberán pasar nuevamente frente a la impresora. Este es un proceso muy largo que implica bien detener la producción para que los operarios puedan reprocesar los paquetes durante su turno, bien terminar la producción según la previsión y posteriormente emplear los empleados disponibles para realizar este proceso durante un tiempo en el que no deberían estar trabajando.

La impresión de un código de barras en todos los paquetes posterior al resto de información permitiría a un lector colocado posteriormente detectar la información mostrada en éste y compararlo con la información correcta. Esto garantiza que el paquete ha sido perfectamente codificado, que el código es el correcto y avisa si en algún momento la impresora deja de codificar.

Si estos dispositivos se colocaran antes de la rampa abatible descrita en el apartado anterior se podría usar esta rampa para retirar los paquetes mal impresos, pudiendo pararse la línea en el momento en el que se excediera la capacidad de la cinta de reserva. Esto indicaría que la anomalía puede ser bastante importante y requiere reparación, ya que frente a errores esporádicos el operario puede actuar fácilmente retirando periódicamente los paquetes que se desvíen a esta línea suplementaria.

El uso de este dispositivo soluciona múltiples problemas tal y como se ha podido apreciar. Retirada de la línea paquetes con peso inadecuado debido a falta de vidrios (fallo en la empaquetadora), vidrios vacíos (fallo en la llenadora), mal pesado (fallo del peso), mal impreso (fallo en la impresora)..... De forma que la implantación de este dispositivo evitaría buscar pequeñas soluciones particulares de estos diferentes problemas

#### **5.5.2.5 Bandeja separadora no se recoge en la jaula**

Hay ocasiones en las que las bandejas sobre las que se asientan los vidrios vacíos en los palés de entradas no son correctamente retiradas por el brazo automático y estas se mantienen en su posición sobre los vidrios vacíos. Este problema trae 2 consecuencias igual de malas. Al retirar el brazo los vidrios para la nueva entrada de material en la línea, retirará también el plástico que permanece encima de los vidrios de forma que éste estará en la línea encima de los vidrios, interrumpiendo el correcto funcionamiento de la línea. La otra consecuencia es incluso peor: el plástico encima de los vidrios impedirá la correcta entrada de vidrios en la jaula, llegando a atascar ésta y produciendo la rotura de vidrios debido a la sobrepresión que sufren éstos al no llegar a entrar de forma correcta en la jaula.

Tras retirar los vidrios, el brazo mecánico se posición sobre la bandeja sobre la que se asientan los vidrios y con ayuda de unas ventosas lo recoge y deposita en una caja, permitiendo así la posterior retirada de nuevos vidrios. Si esta bandeja no se retira correctamente y permanece encima del bloque de vidrios, no habrá nada debajo de la caja del

brazo mecánico, es decir cuando se retira la bandeja, durante una parte del recorrido la bandeja estará debajo de la jaula y si esta no se retira, debajo de la jaula no habrá nada. El uso de un sensor de luz que se active en ese momento sería suficiente para avisar a un operario y en caso de tardanza detener el brazo hasta que el operario retire manualmente la bandeja. Este sensor no detectaría una elevada incidencia de luz si el plástico es correctamente retirado, sin embargo este valor sería muy elevado cuando el plástico permanezca sobre el bloque de vidrios, momento en el que el robot se detendría y el operario entraría a retirar el plástico o reparar la máquina si este problema es recurrente.

#### 5.5.2.6 Packs girados tras la plastificadora

Durante el uso de la plastificadora no es raro encontrarse con paquetes que no salen adecuadamente de ésta y se giran ligeramente en los rodillos que comunican la plastificadora a la cinta transportadora, de la forma en que se indica en la imagen adjunta. Este giro provoca que no accedan correctamente por la línea y su paso se vea bloqueado, colocándose en una posición transversal a la cinta y no pudiendo continuar el proceso, provocando un tapón e impidiendo el acceso del resto de paquetes, hasta que el operario aprecia el problema y lo soluciona.

Tras salir de la plastificadora los paquetes chocan contra una barra que limita el ancho de la zona de la cinta transportadora. Al chocar contra la barra el paquete permanece en la cinta y no se cae al suelo, sin embargo si el paquete sale ligeramente girado porque los rodillos no giran correctamente, su parte delantera chocara contra la barra mientras que la trasera quedara muy alejada de esta, llegando a chocar posteriormente con la barra del sentido opuesto. Al avanzar la parte trasera no accede bien entre las barras y es cuando se queda atascada. Si la barra arriba comentada estuviera ligeramente inclinada en el sentido en el que sale el paquete girado se conseguiría que este se colocara de forma correcta.



*Imagen 5.28: Muestra de paquete de vidrios saliendo torcido de la plastificadora*

## 5.6 MEJORAS EN LA LINEA DE CUBOS

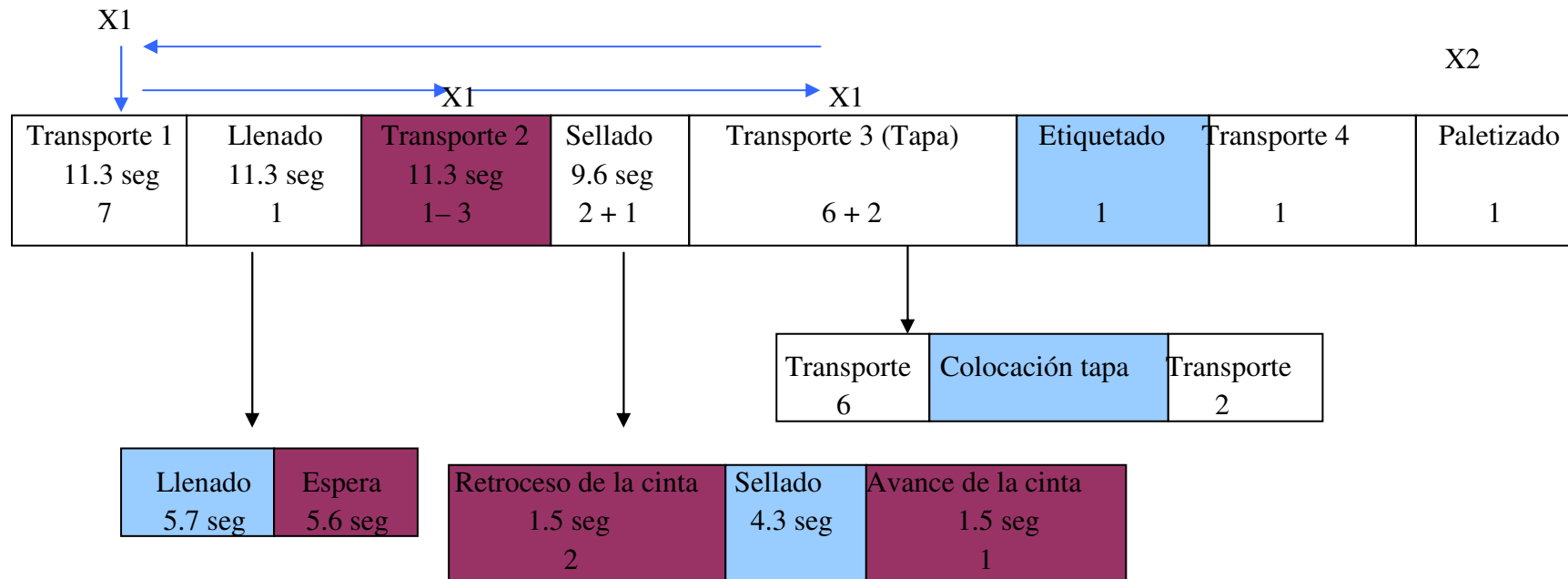
La línea de cubos se trata de una línea con mucha más carga manual y más estandarizada que la de vidrios. En ella los procesos son mucho más simples. Se trata de una línea en la que, debido a la simplicidad de su maquinaria, el número de averías es prácticamente nulo. Sin embargo un simple vistazo al proceso al proceso de producción es suficiente para apreciar la elevada cantidad de ineficiencias que representa en lo que a tiempo empleado en procesos sin valor añadido.

Anotando los tiempos empleados en cada proceso es posible hacer la cadena de valor de la línea (mostrada en imagen 5.29). En ella se muestra, no sólo la elevada cantidad de procesos sin valor añadido que se llevan a cabo en la línea, sino como alguno de estos procesos retrasa enormemente la producción. Siguiendo el uso de los tiempos para el proceso se aprecia que la línea se divide en 2 partes. La primera, donde se lleva a cabo el llenado, que dura entre 11,3 y 11,9 segundos de media en función del tamaño del cubo y los procesos que se realizan posteriormente que tiene una duración de entre 9,6 y 10,5 segundos de media.

El motivo por el que a pesar de ser una única línea hay velocidades diferentes de proceso es porque la primera velocidad es la marcada por la llenadora y la segunda por una cinta transportadora independiente de la llenadora que lleva la velocidad necesaria para llevar a cabo todos los procesos. Entre ambos hay un puente de rodillos con capacidad para 2-3 cubos en función del tamaño de estos, donde el operario suele empujar los cubos para que accedan a la segunda cinta por la diferencia de velocidades que hay entre estas.

En caso de que no se empujara el cubo cuando el puente está lleno los cubos se empujan entre ellos de forma que entran en la segunda línea y la acción del operario carece de necesidad.

El motivo por el que hay 2 cintas diferentes e independientes es que la primera es una cinta normal sobre la que se deslizan los cubos vacíos sin problemas, sin embargo una vez que estos están llenos son muy pesados (entre 2 y 5 kilos principalmente, produciéndose esporádicamente también cubos de 12 kilos). Mover estos cubos con precisión en una cinta normal es complicado, ya que se corre el riesgo de que el cubo se deslice y no acabe en su posición para llevar a cabo el proceso. Por ello se usa en este proceso una cinta especial con unos apoyos que empuja al cubo y asegura que éste está en todo momento en la posición adecuada. Sin embargo para que el apoyo empuje al cubo sin que además impida el acceso a este de la línea, la cinta debe retroceder mientras el nuevo cubo accede a ella, con lo que se pierde tiempo. Más adelante se tratará este tema de forma particular.



Tiempo necesario para un cubo para realizar el proceso completo = 2min 20 seg

Nombre del proceso	Procesos que añaden valor al producto
Duración (Segundos)	
Numero de cubos en cada proceso	Procesos principales que no añaden valor y ralentizan la producción.

Tras el llenado hay entre 15 y 17 procesos, siendo la duración de estos:

Llenado = 11,3 – 11,9 seg

Siguientes operaciones= 9,6 – 10,5 seg

Diferencia entre las operaciones anteriores= 1,7 – 1,4

X = Procesos en los que el operario 1 y 2 realizan operaciones

*Imagen 5.29: Línea de valor de la línea de cubos distinguiendo los procesos que añaden valor al producto*

Como se ha visto en la línea de vidrio, existe una gran ineficiencia entre procesos debida a los tiempos de espera entre el cocinado y el embotellado, más pronunciados si cabe en el momento de la limpieza de la limpieza.

Los tiempos no se ajustan debido a la ya comentada política de la empresa de acelerar los procesos lo más posibles para tener tiempo si salen problemas. Es por ello que durante largos periodos de tiempo los operarios únicamente esperan a que concluya un proceso en el que no participan. El operario de la línea debe esperar normalmente a que el producto esté listo, ya que por norma general, el cocinado de producto en esta línea es un proceso mucho más lento que el llenado, mientras que el operario de llenado debe esperar a que se limpie la línea.

No se puede considerar que el operario de cocinado espere debido a las averías no controladas a las que se enfrenta la línea, ya que en ese aspecto esta se trata de la línea más efectiva de la empresa. Su simplicidad y su reducido automatismo se transmiten en unas reducidas probabilidades de avería o desajuste.

### **5.6.1 RETROCESO DE LA CINTA PARA LA ENTRADA DE LOS CUBOS**

Como se ha visto anteriormente, en esta línea se trabaja con cubos pesados de hasta 12 kilos de peso, es por ello que la cinta transportadora no es lisa como sucede en el resto de líneas, sino que tiene unas pestañas rígidas que aseguran el correcto movimiento del cubo. Para asegurar que el proceso se haga correctamente una vez que la cinta está en la posición de proceso, esta retrocede ligeramente, escondiendo la pestaña, dejando el acceso libre y permitiendo que el nuevo cubo vacío acceda a la cinta. Durante esta acción de retroceso la línea permanece inmóvil y no se lleva a cabo ningún proceso que dé valor al producto (a excepción del llenado de cubos que es un proceso independiente)

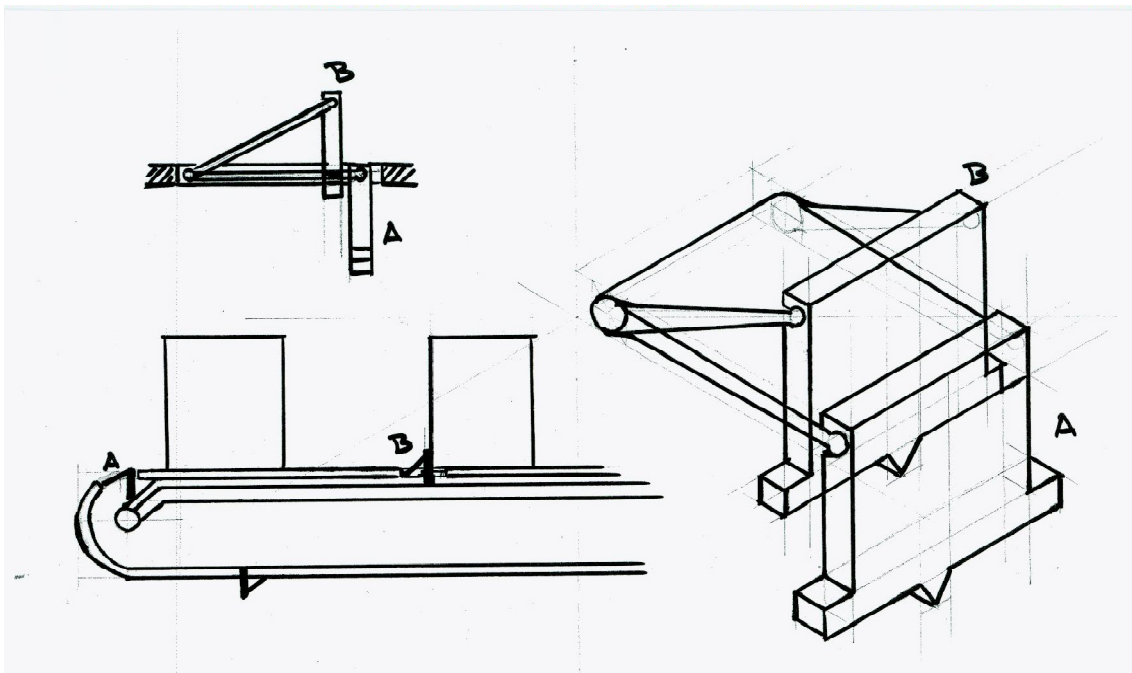
Este retroceso es un proceso no deseable que no da ningún tipo de valor al producto además de ralentizar enormemente la producción de cubos, tal y como se puede observar en la cadena de valor mostrada anteriormente. Existen múltiples soluciones posibles para paliar esta ineficiencia.

#### Movimiento simultáneo de la primera y la segunda cinta

Organizando el movimiento de las cintas de forma que el nuevo cubo se introduce en la segunda línea mientras la segunda avanza, de forma que esté en la segunda línea mientras la pestaña que le corresponde todavía no se ha mostrado. En el momento de la pestaña de salir a la superficie una barrera de luz indicaría, en caso de que el cubo no hubiera avanzado lo suficiente todavía, que la cinta debe detenerse hasta que el cubo terminase de avanzar por sí sólo o el operario tuviera que introducirlo manualmente.

### Introduciendo unas ligeras modificaciones en las pestañas:

Sería posible hacer que esta permaneciera oculta mientras el cubo se introduce en la segunda línea, de forma que empujara al cubo al inicio del proceso: La solución propuesta plantea una pestaña con 2 ejes de giro, deslizante sobre un raíl cuando ésta debe empujar al cubo y sin raíl cuando debe ocultarse. Un raíl que responda a la geometría representada, con una boca de entrada ancha para asegurar la correcta entrada de la guía inferior, evitaría que ésta se venciera cuando no deba.



*Imagen 5.30: Nuevos topes en la línea de cubos*

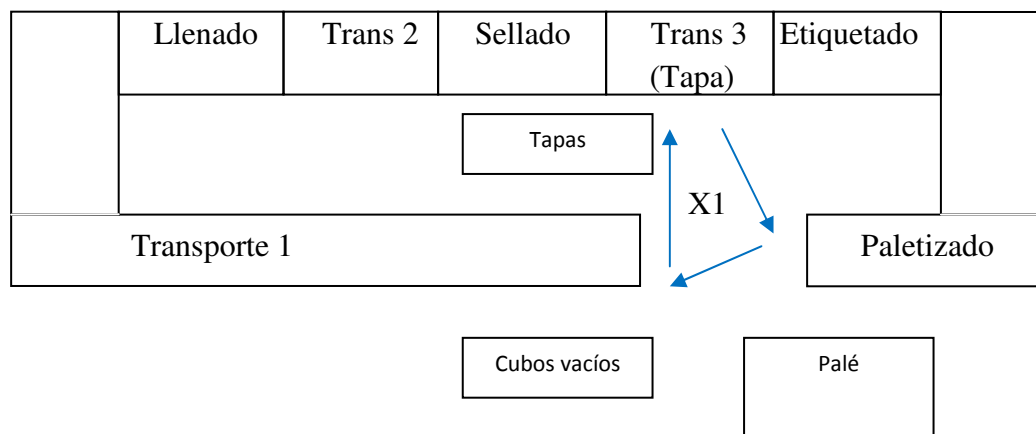
### **5.6.2 LLENADO SIMULTÁNEO DE 2 CUBOS**

El mejorar la ineficiencia mostrada antes provoca que un conjunto de procesos que se realizaban a mayor velocidad que el primer proceso de llenado, se hagan aun más rápido de forma que se hace necesario buscar una forma de agilizar esta acción. Si el tiempo de espera de los cubos tras el llenado no se puede reducir porque se trata de una medida de seguridad para no gotear y no manchar los cubos o porque durante dicho tiempo de espera se prepara la dosis de llenado, una solución para agilizar este proceso sería el uso de 2 mangueras de forma que se llenen 2 cubos de forma simultánea.

### 5.6.3 OPTIMIZACIÓN DEL RECORRIDO REALIZADO POR EL OPERARIO

Como se ha mostrado anteriormente es necesario el uso de 2 operarios en esta línea, uno de los cuales apila los cubos sobre un palé, mientras el otro se encarga de la introducción de nuevos cubos vacíos, la colocación de tapas, además de facilitar el transporte de los cubos entre las líneas. Este segundo operario debe realizar estos 3 procesos en lugares que se encuentran bastante separados siendo necesario para él un continuo desplazamiento.

La línea se trata de una máquina rígida con pocas posibilidades de llevar a cabo una modificación barata en la distribución de sus procesos. El añadido de una pequeña estructura al inicio de la línea con forma de C que tuviera su comienzo frente a la zona de colocación de tapas permitiría al operario realizar estas 2 operaciones sin necesidad de llevar a cabo enormes desplazamientos. Ya se ha dicho anteriormente que el acceso de los cubos de la primera línea a la segunda se puede llevar a cabo de forma autónoma en cuanto se acumulan en el puente 3 cubos, es por ello que una vez que haya 3 cubos el proceso permanece estacionario y que el operario los desplace carece de necesidad.



*Imagen 5.31: Esquema de la línea de cubos con modificaciones en la alimentación de cubos*



## 6. CONCLUSIONES

La aplicación de la gestión Lean es un paso adelante para una empresa, permite un mejor control del proceso que se traduce en una producción más eficiente a largo plazo. Sin embargo su aplicación es complicada si nos fijamos únicamente en los resultados a corto plazo, buscando un beneficio inmediato.

La aplicación íntegra de la gestión lean es complicada porque exige dominar la producción, lo cual aunque es una gran ventaja, es complicado de alcanzar al principio y es necesario de personal que pueda desarrollar su aplicación.

Sin embargo existen numerosas herramientas muy útiles, que son fáciles de implantar como los sistemas poka-yoke, las señales kanban, la aplicación de las 5s... que permiten del lugar de trabajo un lugar más eficiente

Las soluciones propuestas para la mejora de los procesos resultaron en su mayoría interesantes, lamentablemente la búsqueda del flujo continuo y la eliminación de stock intermedio entre procesos actualmente no resultó tanto. El crear aguas arriba más producto del necesario provoca en muchos casos un exceso de producción que origina la parada de procesos. Esto conlleva que en una producción normal sin fallos, el inicio de la cadena debería detenerse continuamente por falta de espacio. El principal problema de este exceso de producción es que conlleva una producción irregular e incontrolable en la que, además, las detenciones son un hecho normal. Al tratarse de un hecho normal y al haber inventario suficiente la necesidad de buscar el origen de la detención carece de importancia y el operario se limitara a esperar a que la línea vuelva a funcionar o reparar la anomalía sin buscar formas de que esta se repita. La ventaja desde el punto de vista del empresario es que los únicos fallos importantes ocurren aguas abajo, siendo este punto aquel dónde dedica la mayor parte de sus esfuerzos.

La aplicación de las herramientas de la gestión Lean, sin embargo, son en su mayoría de fácil aplicación y permiten una práctica más eficiente reduciendo las tareas del operario. Las mejoras que se pueden obtener con estas herramientas son principalmente evitar fallos que detengan la línea y ocasionen el deterioro de producto y el desperfecto de la línea (sistema para evitar el vuelco de vidrios, la introducción en la caja de la jaula de bandejas de plástico.....), la reducción de tiempos de espera por la transformación de operaciones internas en externas (nuevo sistema de introducción de paletas de vidrios vacíos en la jaula...) y un control más eficiente de la producción y sus fallos (uso de relojes digitales en lugar de analógicos, uso de formularios más específicos dónde el operario puede concretar mejor y sin esfuerzo el origen del problema...)

Los procesos en los que se hace más interesante la mejora desde el punto de vista de este tipo de empresas son aquellos en los que los fallos son comunes. Es lógico que esto es, además, el primer paso para sumergirse en la gestión de flujo continuo: poder eliminar los fallos recurrentes que detienen la producción. Sin embargo el hecho de que haya inventario preparado provoca también menos interés en este tipo de mejoras, por lo que no se consigue la mejora total y nos quedamos en un proceso cíclico. La principal mejora implantada en la empresa, que era de este tipo, también era de gran necesidad: el cambio en la máquina etiquetadora E70. Este paso ha supuesto un gran ahorro en la empresa y un gran paso para plantearse finalmente el inicio del flujo continuo. Desde la implantación de la máquina con

las nuevas modificaciones de diciembre de 2010 ha habido una gran ineficiencia en esta parte de la producción que ha conllevado unas pérdidas considerables:

Coste/h	490 Euros/h
Nº horas ineficientes	51,5 h
Coste total	25 235 Euros

El coste de las ineficiencias derivadas del uso de este 3º brazo en la etiquetadora se estiman en torno a 25 235 Euros en los 6 meses que ha estado en funcionamiento. Este tiempo ha sido empleado para reetiquetar vidrios, revisar la maquina analizar alternativas de funcionamiento... hasta llegar a la solución desarrollada. Dicha mejora ha supuesto un gran ahorro para la empresa tanto económica como de trabajo, al reducir notablemente una tarea del operario que reducía la calidad del producto y no debería existir: el reetiquetado de los vidrios.

Así la realización de ésta mejora unida al logro del resto de mejoras estudiadas consigue reducir el número de tareas a realizar por los operarios, haciendo su trabajo más sencillo y eficiente. Se puede eliminar la necesidad de recoger vidrios volcados de diferentes puntos de la línea, evitar tener que estar continuamente activando la mesa del pasteurizador, la retirada automática de vidrios sin tapa previa entrada a la etiquetadora y de packs con un vidrio procesado incorrectamente.

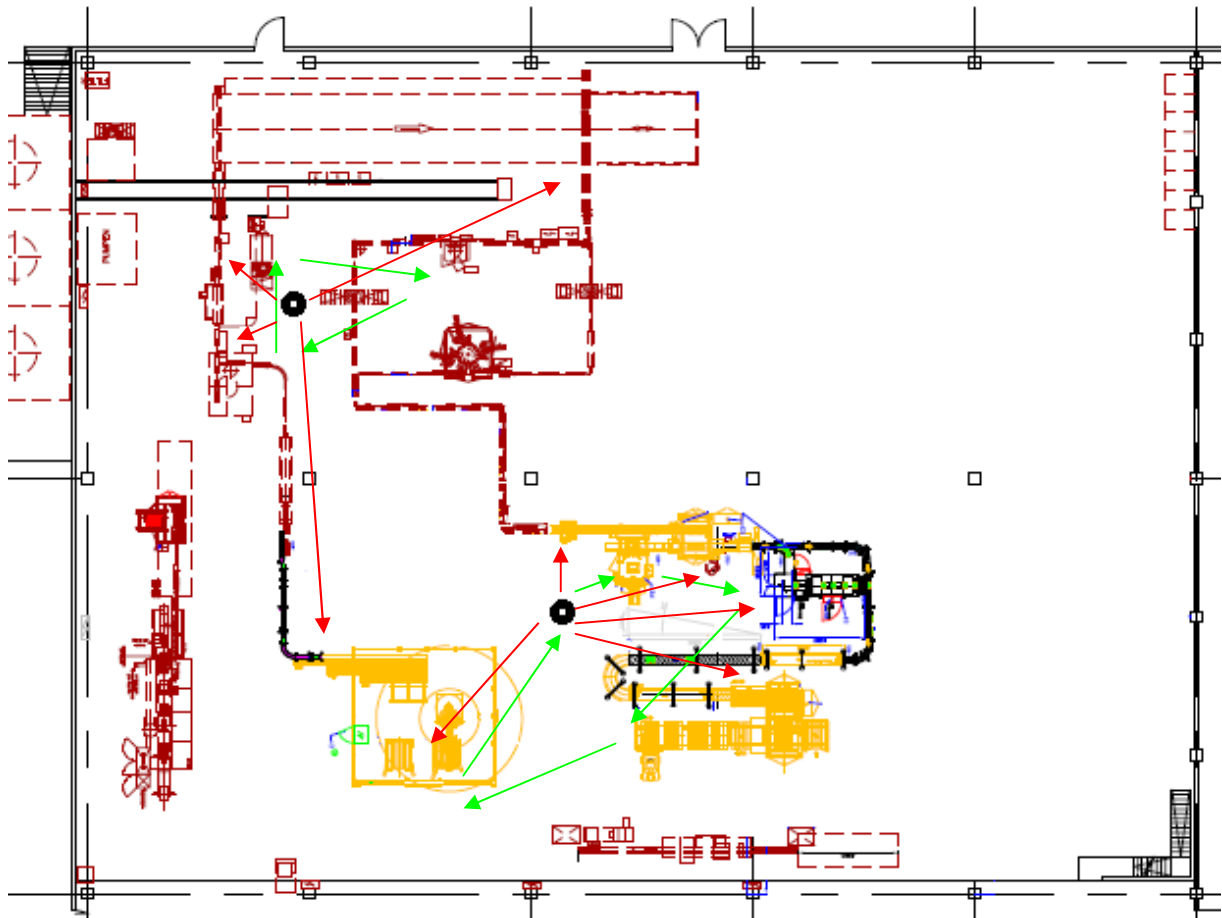
De esta forma se consiguen reducir los problemas a unos pocos, que con más estudio se pueden evitar. Son fallos que, por su baja frecuencia y rápida resolución, no suponen un elevado consumo de tiempo, por lo que se permite tener controlada la producción.

Al haber sido ya eliminadas tareas de gran consumo de tiempo o con implicación de desplazamientos excesivos, es posible reasignar tareas a los operarios de forma que sólo 2 operarios sean capaces de tener controlada la línea entera.

Un operario encargado del etiquetado y del llenado tiene todas las operaciones de las que está encargado en una alta proximidad (mantenimiento del depósito de etiquetas lleno en las etiquetadoras, análisis del producto extraído de la llenadora, recolección de vidrios ya etiquetados para su futuro análisis, preparación de la llenadora...), además de los pequeños problemas potenciales: mal llenado de los vidrios, fallo en la llenadora..., teniendo que llevar únicamente un largo desplazamiento en el caso de encontrarse con un atasco de vidrios a la salida de la jaula

En el caso del otro operario, sus tareas básicas asignadas serían las de controlar la cantidad de cartones en la ensambladora de cartones, recolocación de nueva lamina plástica en la plastificadora si el producto lo necesita, etiquetado de las paletas cargadas con producto terminado para su posterior recolección y la introducción de paletas llenas con vidrios vacíos en la jaula. Los problemas a los que podría enfrentarse son problemas en la jaula, en la preparación previa al empaquetado, paquetes expulsados por fallo en el peso, problemas en la plastificadora o en la paletizadora

Al haber ciertas distancias en algunos procesos el uso de unas señales luminosa en un lugar indicado avisarían al operario si en alguna de las zonas de las que se encuentra actualmente alejado existe un problema que requiera de su solución



*Imagen 6.1: Modificación del Layout con un operario menos y optimización de los recorridos. En verde las operaciones manuales y en rojo*

Un caso similar tenemos también en la línea de cubos, tal y como se ha visto en el tema anterior. La redistribución de tareas, apoyado en la modificación de las mesas de entrada y salida de la línea, permite que la realización de todas las tareas se hagan en un mismo punto y por un único operario.

A pesar de que la realización de modificaciones para la búsqueda del beneficio a largo plazo puede resultar a veces complicada de entender, si se hace un esquema agrupando las soluciones propuestas se puede ver cómo afecta a la producción en la línea y las enormes ventajas que implican en la organización tras su aplicación.

Me gustaría finalizar este estudio remarcando la idea que he presentado y defendido: La aplicación íntegra de la gestión lean de una empresa basada en la producción en cadena estándar es dura y complicada al principio, además de requerir una importante inversión, sin embargo existen numerosas herramientas de ésta cuya aplicación mejora enormemente la producción reduciendo el trabajo de los operarios y haciendo más sencilla una futura inmersión en esta filosofía de trabajo, llegando así a poder aprovechar las ventajas que ésta presenta.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Las claves del éxito de Toyota (Jeffrey K. Liker), Gestión 2000, 2006

Lean Administration I – Die Analyse. So werden Geschäftsprozesse transparent (Bodo Wiegand, Philip Franck ), Lean Management Institut, 2004

Badische-Zeitung, Artículo del 26 de Julio de 2011

Documentación interna de Mühlhäuser

## 8. ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 3.1: Detalle del edificio de oficinas de Mönchengladbach.....	17
Imagen 3.2: Logotipos de algunas de las principales compañías para las que produce Mühlhäuser.....	19
Imagen 3.3: Logotipos de las principales empresas pertenecientes al grupo Helios .....	21
Imagen 3.4: Localización de las empresas del grupo .....	22
Imagen 3.5: Mühlhäuser en Alemania.....	23
Imagen 3.6: Organigrama de la empresa .....	26
Imagen 4.1: Vista aérea de la planta de Mönchengladbach.....	28
Imagen 4.2: Diagrama de los procesos en los que se ve sometido el producto .....	30
Imagen 4.3: Diagrama del proceso de producción .....	31
Imagen 4.4: Plano de la nave de producción .....	32
Imagen 4.5: Situación de las diferentes zonas de la empresa .....	33
Imagen 4.6: Barril con concentrado de fruta y vagoneta sobre la balanza .....	36
Imagen 4.7: Imagen interior de la bola. Las barras interiores giran favoreciendo la homogeneidad del producto y de la temperatura .....	38
Imagen 4.8: Vista superior de la planta (llenado y etiquetado de vidrio).....	42
Imagen 4.9: Área de empaquetado de la línea de vidrio.....	46
Imagen 4.10: Palés con vidrios vacíos en el exterior de la planta .....	50
Imagen 4.11: Principales cadenas de supermercados dónde se comercializan productos Mühlhäuser.....	51
Imagen 4.12: Además de ser obligatorio el uso de gorro, fumar está obviamente prohibido.....	53
Imagen 4.13: El uso de tapones en la planta es muy recomendable.....	53
Imagen 4.14: Cartel a la entrada de producción con las obligaciones para el acceso.....	54
Imagen 4.15: Logotipo de la IFS .....	55
Imagen 4.16: Logotipos de la certificación Bio-Siegel .....	56
Imagen 4.17: Bandeja para la retirada de vidrios llenos para su posterior análisis .....	57
Imagen 4.18: Indicación de la codificación correcta de los paquetes.....	58
Imagen 4.19: Indicaciones del utillaje correcto y el programa para el robot de la jaula de vidrios vacíos en función del vidrio utilizado .....	63
Imagen 4.20: Guía para el soplador de aire previo a la entrada en la llenadora .....	63

Imagen 5.1: Modificación del Layout en la línea de vidrio.....	66
Imagen 5.2: Velocidades de proceso máximas teóricas (Potencia) y velocidades máxima real (Eficacia) según el formato de vidrio procesado.....	69
Imagen 5.3: Tiempos de cocinado para vidrio, cubos, porciones de plástico y aluminio.....	71
Imagen 5.4: Formulario de reparación utilizado actualmente por la empresa.....	76
Imagen 5.5: Formulario de reparación propuesto para mejor control de ineficiencias .....	76
Imagen 5.6: Comparativas para cada línea entre puntos de estudio actuales y propuestos .....	78
Imagen 5.7: Gráficos de la línea de llenado de vidrio .....	80
Imagen 5.8: Gráficos de la línea de etiquetado de vidrio .....	81
Imagen 5.9: Gráficos de la línea de empaquetado de vidrio.....	82
Imagen 5.10: Gráficos de la línea de llenado de vidrio según mis observaciones.....	83
Imagen 5.11: Gráficos de la línea de etiquetado de vidrio según mis observaciones.....	84
Imagen 5.12: Gráficos de la línea de empaquetado de vidrio según mis observaciones .....	84
Imagen 5.13: Tabla con tiempos no productivos entre Diciembre de 2010 y Junio 2011.....	85
Imagen 5.14: Vidrio defectuoso por generación de espuma.....	87
Imagen 5.15: Apariencia inicial del programa .....	97
Imagen 5.16: Cuadros con información de entrada (azul) y salida (crema) .....	97
Imagen 5.17: Información del final de producción a partir de los datos de entrada.....	98
Imagen 5.18: Vidrios acumulados tras el pasteurizador .....	99
Imagen 5.19: Nuevo formato de etiqueta implantado.....	101
Imagen 5.20: Vidrios con la nueva etiqueta .....	101
Imagen 5.21: Interior de la etiquetadora E70 .....	104
Imagen 5.22: Plano de la línea de vidrio .....	105
Imagen 5.23: La colocación de una lámina rígida superior en los lugares críticos .....	106
Imagen 5.24: Jaula de vidrios vacíos. El brazo robótico introduce los vidrios en la línea .....	107
Imagen 5.25: Refuerzos laterales en la caja.....	108
Imagen 5.26: Rodillo separador de vidrios previo a la E70.....	110
Imagen 5.27: Cinta móvil para la expulsión de paquetes defectuosos .....	112
Imagen 5.28: Muestra de paquete de vidrios saliendo torcido de la plastificadora .....	114
Imagen 5.29: Línea de valor de la línea de cubos con procesos que añaden valor al producto..	116
Imagen 5.30: Nuevos topes en la línea de cubos .....	118
Imagen 5.31: Esquema de la línea de cubos con modificaciones en la alimentación de cubos..	119
 Imagen 6.1: Modificación del Layout con un operario menos y optimización de los recorridos.....	 122



